한국융합기술논문지 제2권 제1호 2025년 6월 30일 인쇄, 2025년 6월 30일 발행, ISSN 3058-3152

한국융합기술논문지

Journal of the Korea Convergence Technology

제2권 1호 2025년 6월

- 국내 임대 수장고 현황 분석 연구 ..... 이정범 1
- 증강현실 기반 사운드스케이프를 활용한 장소특성적 공공예술에 대한 실험적 연구 ..... 전지윤 7
- 가상적 오브제와 물리적 공간의 미적 공존에 관한 연구 ..... 김동조 15
- 실시간 위험 감지를 위한 디지털 트윈 기반 공연장 안전 시뮬레이션 프레임워크 연구 ..... 김두범 20
- 실감형 테마파크 구축 및 운영의 효율성 향상을 위한 원격 제어 관리 시스템 개발 .... 김정후, 이재운 27
- 행동데이터를 활용한 인터랙티브 미디어아트 사용성 분석 연구 ..... 설연수 36

사단법인 한국미디어아트산업협회

Journal of the Korea Convergence Technology

VOL. 2, NO. 1, June 2025, ISSN 3058-3152 (Electronic)

◆ Analysis of the current status of domestic rental storage facilities ..... Jung-Beom Lee 1

◆ An Experimental Study on Site-Specific Public Art utilizing Augmented Reality based Soundscapes ..... JiYoon Chun 7

◆ A Study on the Aesthetic Coexistence of Virtual Objects and Physical Space ..... Dong-Jo Kim 15

◆ A Simulation Framework for Real-Time Risk Detection in Mobile Stages Using Digital Twin Technology ..... Dubeom Kim 20

◆ Development of a Remote Control Management System for Enhancing the Efficiency of Construction and Operation of Immersive Theme Parks ..... Junghu Kim, Jaewoon Lee 27

◆ A Study on Interactive Media Art Usability by Behavioral Data ..... Yeonsu Seol 36

Korea Media Arts Industry Association

https://doi.or.kr/10.23283/JKCT.2025.2.1.01
Journal of the Korea Convergence Technology, Vol 2, No, 1, pp.1-6, June. 6, 2025, ISSN 3058-3152

국내 임대 수장고 현황 분석 연구

이정범*

Analysis of the current status of domestic rental storage facilities

Jung-Beom Lee*

요 약

공공기관의 수장고 수용률이 한계에 이르는 상황 속 수장고 신축 및 증설을 추진하는 지자체가 증가하고 있으며 이 과정에서 자연스럽게 발생하는 수장 공간 부족 현상을 민간 수장고 임대를 통해 해소하는 실정이다. 수장고 초기 건설 비용이 일반 건설비용과 비교하여 볼 때 비용 부담이 크며 이에 따라 수익률이 높지 않음에도 불구하고 민간 임대 수장고 시장이 확장되고 있다. 여러 이유가 있겠지만 국공립, 시립 박물관과 미술관의 수장 공간 부족 현상이 민간 수장고 임대시장의 확장에 영향을 주고 있는 점은 분명하다. 본 연구에서는 공공기관에서 임대 사용하고 있는 수장고와 이들 민간 수장고가 갖추어야 할 수장고 설치 기준에 관하여 연구하였다.

☞ **주제어** : 박물관, 미술관, 수장고, 임대 수장고

Abstract

As the storage capacity of public institutions reaches its limit, the number of local governments pushing for the construction and expansion of storage facilities is increasing, and the shortage of storage space that naturally occurs in the process is being resolved through leasing private storage facilities. Despite the fact that the initial construction cost of a storage facility is high compared to general construction costs and thus the profitability is not high, the private rental storage facility market is expanding. There may be several reasons, but it is clear that the lack of storage space in public, municipal, and art galleries is influencing the expansion of the private storage rental market. In this study, we studied the storage facilities leased by public institutions and the storage facility installation standards that these private storage facilities must have.

☞ **Keywords** : museums, art galleries, storage facilities, rental storage facilities

* 1저자: 한양여자대학교 시각미디어디자인과
* 교신저자: 한양여자대학교 시각미디어디자인과
* Corresponding Author: Jung-Beom Lee, dd337@naver.com
Received April 11, 2025
Revised May 13, 2025
Accepted May 16, 2025
Published June 30, 2025

1. 서론

국내 박물관과 미술관 수장고의 수용률이 포화 상태에 이르고 있다. 김승수 국회의원이 2023년 문화재청으로부터 제출받은 수장고 현황에 따르면 국립 중앙 박물관 수장고의 수용률은 96.3%에 달하며, 지자체 관할 수장고 중 수용률 80% 이상의 포화위험 수장고도 2배 이상 증가한 것으로 나타났다[1]. 공공기관의 수장고 수용률이 한계에 이르는 상황 속 수장고 신축 및 증설을 추진하는 지자체가 증가하고 있으며 이 과정에서 자연스럽게 발생하는 수장 공간 부족 현상을 민간 수장고 임대를 통해 해소하는 실정이다. 최근 민간 임대 수장고 시장의 수장공간대여 서비스가 증가하는 추세이다. 수장고 초기 건설 비용이 일반 건설비용과 비교하여 볼 때 비용 부담이 크며 이에 따라 수익률이 높지 않음에도 불구하고 민간 임대 수장고 시장이 확장되고 있다. 여러 이유가 있겠지만 국공립, 시립 박물관과 미술관의 수장 공간 부족 현상이 민간 수장고 임대 시장의 확장에 영향을 주고 있는 점은 분명하다.

본 연구에서는 공공기관에서 임대 사용하고 있는 수장고와 이들 민간 수장고가 갖추어야 할 수장고 설치 기준에 관하여 연구하고자 하였다.

2. 본론

2.1 국공립, 시립 박물관과 미술관 수장고 현황

2022년 기준 국립 중앙박물관의 수장고 수용률은 96.3%이며 최근 2017년~2022년 국립 중앙박물관 수장고 현황은 <표 1>, 지방자치단체 관할 수장고 현황은 <표2>와 같다.

Table 1. Current status of National Museum of Korea's storage

보존관리기관명	연도별	유물수량		
		수용가능유물수량(정)	수용유물수량(정)	수용률(%)
소계 (국립중앙박물관)	2017	400,000	410,278	102.57
	2018	400,000	410,296	102.57
	2019	430,000	412,159	95.85
	2020	470,000	413,004	87.87
	2021	470,000	452,183	96.21
	2022	470,000	453,044	96.39

자료출처: 김승수 국회의원 보도자료,2023

Table 2. Current status of local government storage facilities

구분	수장고 (곳)			
	전체 (모든수장고)	소계 (80% 이상)	수용률	
			80%대	90%대
2017년	33	7	8	2
2022년	43	15	8	7
상승률	30.3%	114%	60%	250%

자료출처: 김승수 국회의원 보도자료,2023

<표 1>과<표 2>의 수장고 현황을 보면 국립 중앙박물관의 수장고 수용률은 2017년과 2018년 102.57%에서 2019년 95.85%, 2020년 87.87%, 2021년 96.21%, 2022년 96.39%로 나타났으며, 지방자치단체는 2017년 전체 수장고 33곳 가운데 수용률 80%대 5곳, 90%대 2곳에서 2022년 전체 수장고 43곳 가운데 수용률 80%대 8곳, 90%대 7곳으로 나타났다. 2022년 기준 지방자치단체 수장고 수용률 80% 이상 수장고 명단과 수용률은 <표 3>과 같다.

Table 3. List of repositories with a local government jurisdiction acceptance rate of 80% or more

연도별	보관관리 기관명	수용가능 유물수량	수용 유물수량	수용률
2017 (7곳)	대전광역시립박물관	12,000	20,898	174.2%
	남양주시립박물관	4,181	4,181	100.0%
	검단선사박물관	5,000	4,319	86.4%
	수원광교박물관	50,000	42,747	85.5%
	원주역사박물관	30,000	25,319	84.4%
	세종시립민속박물관	420	350	83.3%
	수원박물관	51,000	41,804	82.0%
2022 (15곳)	남양주시립박물관	8,001	8,001	100.0%
	원주역사박물관	38,000	36,372	95.7%
	서울역사박물관	248,170	235,266	94.8%
	화성시역사박물관	20,000	18,946	94.7%
	수원박물관	51,000	48,312	94.7%
	수원화성박물관	10,000	9,441	94.4%
	화천민속박룸관	8,500	7,686	90.4%
	수원광교박물관	50,000	43,365	86.9%
	대전광역시립박물관	12,000	10,400	86.7%
	함안박물관	8,000	6,812	85.2%
	창녕박물관	13,500	11,475	85.0%
	울산박물관	144,839	122,144	84.3%
	검단선사박물관	14,000	11,587	82.8%
	마한박물관	6,000	4,963	82.7%
	인천광역시립박물관	90,000	72,779	80.9%

자료출처: 김승수 국회의원 보도자료,2023

2025년 2월 18일 중앙일보에는 지폐 창고까지 눈독… 몸집 키운 박물관·미술관들 “수장고를 확보하라”는 기사가 게재되었다. 기사에서는 국립현대미술관 관계자들이 경북 경산시에 있는 한국 조폐공사 화폐본부를 찾았다는 내용과 함께 국내 수장고 부족 현상을 다루고있다. 국공립, 시립 박물관과 미술관의 경우 매년 기증과 구매로 인한 수장 작품의 증가율로 인해 수장 공간 확보가 어렵고 수장고 증설 예산확보 및 증축 또는 신축에 오랜 시간이 필요하므로 수장고 공간 효율성 확보와 함께 민간 수장고를 임대하여 작품을 보관하고 있다.

2.2 국공립, 시립 박물관과 미술관 수장고 임차 기준 및 임차 예산 분석

2024년 7월 인천국제공항의 자유무역지구(FTZ) 내 미술품 전문 수장고 ‘더프리포트’에 부산시립 미술관 수장품이 보관되었다. 부산시립미술관의 리모델링 공사로 인하여 미술관 수장품 300여점 전체가 보관되며 2024년 7월 1일부터 2025년 10월 30일까지 보관된다.

국공립, 시립 박물관과 미술관의 수장고 임차 사례의 기준 및 예산을 확인하기 위해 임차 기준은 2025년 인천광역시립박물관의 임차 용역서를 참고하였으며 예산은 인천시립박물관과 국립현대미술관의 외부 수장고 임차 예약을 예로 하였다. 가운데 2025년 3월 인천광역시립박물관의 외부 임시 수장고 임차 용역의 과업 내용 및 제안요청을 분석하여 민간 수장고 임차 요구 조건에 관해 확인해 보고자 하였다.

인천광역시립박물관의 경우 외부 수장고 임차 기간은 2025년 5월 ~2029년 12월 31일까지로 약 4년 6개월이며 세부 과업 내용의 임차 수장고 규격은 시설 포함 $150m^2$ 이상이며 단독 또는 복수 공간(3개 이하)의 면적 합계가 최소 $150m^2$를 충족하면 된다. 단독 공간의 조건으로 다른 보관공간과 별도의 출입구, 고정 차단벽, 시건장치가 설치되어 있어야 하며 (복수 공간의 경우 단독 공간 조건과 함께 공간의 자유로운 이동이 보장되어야 함), 유물의 효율적인 격납을 위해 중량물용 선반과 팔레트 등이 설치되어 있어야 하고, 유물의 이동을 위해 실내 지게차를 보유해야 한다.

수장고 건설 재료는 철근콘크리트를 포함한 복합재이어야 하고 항온(20℃, 오차범위 ±2℃ 이내), 항습(50%, 오차범위 ±5% 이내) 기준을 충족하고 수장고 내부 온습도 기록계가 설치되어 특정 요구 날짜의 기록지(리포트)를 제출하여야 하고, 보안 조건은 소재지 관할 경찰서(지구대/파출소)가 반경 10km 이내에 위치, 외부의 전문 경비회사와 계약되어 보안 서비스를 제공, 24시간 경비 인력이 상주, 외부인의 출입을 적절하게 통제하는 내부 시스템(패스 발급 및 출입자 등록 등), 경비 카메라 설치 출입구 등 24시간 녹화 및 최대 90일간 보관을 충족해야 하고 수장고 화재 방지를 위해 수장고 소재지 관할 소방서(소방서/119 안전센터)가 반경 10km 이내에 위치, 소방법에 근거하여 화재 경보시스템 및 방화 장치 설치, 건물의 내부 벽면 내화 재질을 요구하고 있다.

Table 4. Incheon Metropolitan City Museum External Temporary Storage Rental Service Annual Budget Estimate

연도	금액	산출내역
계	360,360천원	
2025년	51,480천원	8개월 × 6,435천원 = 51,480천원
2026년	77,220천원	12개월 × 6,435천원 = 77,220천원
2027년	77,220천원	12개월 × 6,435천원 = 77,220천원
2028년	77,220천원	12개월 × 6,435천원 = 77,220천원
2029년	77,220천원	12개월 × 6,435천원 = 77,220천원

자료출처:인천광역시립박물관

이와 함께 외부 수장고 임차 예산은 금 360,360 천원(총 예산으로 부가가치세 포함)으로 <표 4>와 같다.

국립현대미술관의 2016년 11월~2018년 9월까지의 외부 수장고 임차계약은 <표 5>과 같다.

Table 5. Annual budget estimate for the temporary storage facility rental service outside the National Museum of Modern and Contemporary Art

계약일자	계약 종료일자	금액
2016-11-23	2017-09-09	172,596,600
2017-09-07	2019-09-09	181,246,820
2018-09-10	2019-09-09	181,246,820

자료출처:국립현대미술관

2.3 민간 수장고 현황

국공립, 시립 박물관과 미술관의 수장고 이외에 민간 분야에서 운영하는 임대 수장고는 다음과 같다.

시공테크는 김포에 위치한 357평 규모의 임대 수장고 스페이스타임랩을 운영하고 있다. 시공테크는 수장고 설계 및 설치 전문 기술을 갖춘 민간 기업으로 국립인천해양박물관 수장고, 안산산업역사박물관 수장고, 함안박물관 수장고, 국립민속박물관 개방형 수장고, 국립현대미술관 청주 수장고 등 국공립, 시립 박물관의 수장고를 시공한 이력이 있다.

서울옥션은 경기도 장흥에 1,271평 규모의 대형 수장고 및 갤러리를 임대하고 있으며 서울 평창동, 인사동에 임대 수장고를 운영하고 있다.

하나은행은 이전 을지로금융센터 자리를 리모델링하여 4층으로 구성된 하트원 수장고를 운영하고 있다. 2층은 개방형 수장고로 운영하고 있으며 3층에 개인을 위한 프라이빗 임대 수장고를 운영하고 있다.

미술품 운송회사 다산아트는 서울시 가양동 수장고, 고양시 향동동 수장고, 파주 물류센터를 운영하고 있다.

마지막으로 인천공항 미술품 수장고 프로젝트인 아르헥사 컨소시엄의 경우 2026년 상반기에 개관을 목표로 건설되고 있으며 4만3,669m^2의 부지에 8만3,228m^2의 연면적으로 건설되며 인천공항공사와 수장고 운영사에 따르면 축구장 11개 크기인 수장고의 50%의 임대율을 확보했다.

2.4 작품 유형에 따른 임대 수장고 구분

국공립, 시립 박물관과 미술관에서 민간 수장고 임차 시 요구하여야 할 사항 중 하나로 작품의 재질에 따른 분류가 있다. 수장하고자 하는 작품의 유형과 재질에 따라 보관 온도와 습도 그리고 보관 선반의 형태가 달라져야 하기 때문이다.

수장 작품의 분류를 가장 체계적으로 관리하고 있는 국립박물관의 작품유형 정의는 다음과 같다[2].

국립 중앙박물관의 경우 소장자료를 금속, 토제, 도자기, 석, 유리보석, 초제, 나무, 골각패갑, 지, 피모, 사직, 종자, 기타의 13가지 유형으로 구분하고 있다<표 6>. 이중 수장 영역은 8재질(석제, 도제, 토제, 서화, 직물, 금속, 전적, 목제), 3크기(소, 중, 중대형), 2무게(경량, 중양), 3유형(등록, 등록대기, 전시부서)의 분류를 통한 21개의 수장고로 구성되어 있다[3].

Table 6. Current status of National Museum collections

구분	금속	토제	도자기	석	유리보석	초제	나무	골각패갑	지	피모	사직	종자	기타	계
중앙	21,857	44,398	59,365	12,376	39,583	86	5,32	2,972	23,122	165	3,32	99	1,69	214,374
	67,438	109,899	99,671	32,709	52,497	108	9,13	5,070	51,901	258	6,68	166	2,14	437,684
경주	25,238	143,464	9,165	9,665	1,461	7	532	255	62	7	9	5	11	189,881
	44,749	213,136	10,962	13,735	2,192	7	740	484	808	7	13	5	27	286,865
광주	4,370	69,086	21,952	7,849	483	1	543	274	1,631	-	61	1	2	106,253
	5,898	85,253	53,409	10,564	6,223	1	639	757	2,314	-	75	2	5	165,140
전주	6,090	47,367	15,187	7,292	503	35	480	42	3,812	39	98	7	8	80,960
	10,618	51,502	15,901	8,646	1,862	37	523	61	6,601	39	123	7	8	95,928
대구	38,219	154,409	33,129	18,629	995	29	1,36	480	766	48	3,63	17	50	251,765
	67,439	199,034	33,688	27,192	2,912	43	1,54	703	1,373	140	6,49	53	91	340,702
부여	7,880	51,580	9,308	5,098	346	43	615	10	10	1	9	13	1	74,914
	16,994	58,824	13,172	5,572	2,321	43	703	31	10	2	11	15	1	97,699
공주	13,359	67,684	24,119	10,649	1,050	5	412	26	245	1	50	4	41	117,645
	48,303	153,504	47,897	21,126	39,778	6	474	44	311	2	64	15	47	311,571
진주	11,524	59,838	9,269	15,064	1,001	4	116	591	1,460	6	81	9	17	98,980
	16,034	65,906	9,718	17,056	7,041	6	518	859	2,304	6	101	10	58	119,617
청주	16,482	44,786	16,544	7,679	787	2	174	218	932	1	147	3	14	87,769
	24,851	56,748	21,129	11,515	1,626	2	223	550	1,367	1	182	4	15	118,213
김해	18,879	67,269	10,510	6,026	939	7	702	1,754	81	0	2	16	25	106,210
	48,236	109,145	16,135	7,774	10,116	9	1,02	4,003	146	-	4	21	50	196,659
제주	1,119	25,176	2,721	7,890	131	24	300	255	1,820	37	1,07	5	42	40,599
	1,454	33,408	3,094	9,417	270	51	382	535	3,574	77	1,64	5	72	53,984
춘천	8,508	64,885	14,894	34,700	854	58	818	56	778	13	108	0	51	125,723
	12,019	73,351	16,445	38,114	1,860	68	918	181	1,127	14	167	-	2,12	146,388
나주	1,803	19,375	6,532	2,506	239	8	57	160	240	0	1	1	1	30,923
	2,590	25,047	7,767	2,764	767	13	66	167	436	-	1	4	1	39,623
익산	1,749	23,733	2,590	770	185	10	102	1	63	8	14	0	3	29,228
	2,604	23,895	2,590	799	1,814	10	104	1	63	8	14	-	14	31,916
계	2,933,371	883,050	235,285	146,193	48,557	319	11,53	7,094	35,022	330	8,61	180	1,96	1,555,224
	3,774,762	1,258,652	351,576	2,026,982	13,279	404	16,95	13,446	72,335	554	15,57	307	4,65	2,441,989

자료출처:2023 국립박물관 연보

각 수장고의 수장자료 분류 기준 가운데 보관 온, 습도 환경 구분은 <표 7>과 같다[3].

Table 7. National Museum of Korea Temperature and Humidity Environment

구분	저습		통상		고습	
습도	45±5		40~60		55±5	
온도	20±4		20±4		20±4	
해당 수장고	6수장고	비철금속	1수장고	석제품	5수장고	활자,전적류
	7수장고	비철금속	2수장고	토제품	8수장고	목제품
			3수장고	도자기	9수장고	피모직물
			4수장고	도자기	10수장고	전적
			13수장고	유리건판	11수장고	서화
			14수장고	석제품	12수장고	칠기
			20수장고	석제품		

2.5 박물관 및 미술관 수장고 설치 기준과 임대 수장고 설치 기준

박물관 및 미술관의 수장고 설치 기준은 박물관 및 미술관 진흥법 시행규칙 제4조의 4(박물관·미술관 소장품의 보존 및 관리) “박물관과 미술관은 법 제9조의2제2항에 따라 소장품의 보존 및 관리를 위하여 다음 각 호의 수장(收藏) 및 전시 환경을 마련하여야 한다.”로 정의되어 있다. 여기에서 다음 각호에는 1. 도난 방지를 위하여 2개 이상의 잠금장치를 설치한 수장고(收藏庫), 2. 온도·습도 조절 장치 3. 소화설비 및 안전장치가 해당한다.

즉, 수장고는 도난 방지를 위한 2중 잠금장치와 온습도 조절 장치 그리고 소화설비만 갖추면 설치 기준을 충족하게 된다.

그럼에도 박물관과 미술관 대부분은 수장고를 수장 작품의 종류와 형태 그리고 소재에 따라 설치 기준 3가지를 더욱 세분화하여 운영<표 6>하고 있으며 습도와 온도는 수장 작품의 소재에 따라 설정을 달리해야 할 필요가 있으므로 하나의 큰 공간이 아닌 구분된 공간에서 운영되어야 한다.

앞서 살펴보았던 인천광역시립박물관의 외부 임차 수장고 용역 역시 요구 사항에서 다음과 같이 확인 할 수 있다. 첫째, 설치 기준 1항의 “도난 방지를 위하여 2개 이상의 잠금장치를 설치한 수장고(收藏庫)”의 임차 수장고 규격을 충족하기 위한 요구 사항은 단독 공간의 조건으로 다른 보관 공간과 별도의 출입구, 고정 차단벽, 잠금장치가 설치되어 있어야 하며 (복수 공간의 경우 단독 공간 조건과 함께 공간의 자유로운 이동이 보장되어야 함), 유물의 효율적인 격납을 위해 중량물용 선반과 팔레트 등이 설치되어 있어야 하고, 유물의 이동을 위해 실내 지게차를 보유해야 하는 것으로 정의되어 있다.

이상의 설치 기준은 수장고로서의 기본적인 역할을 충족하지만, 수장물의 소재와 형태에 따라 구분해서 수장하기 위해서는 국립 중앙박물관의 관리 구분인 온습도별 3가지 구분에 의해 임차 공간을 3가지 유형으로 나누어 기준을 제시하는 것이 필요하며, 임대 수장고 역시 최소한 이 기준에 부합해야 할 것으로 판단 된다.

둘째, 설치 기준 2항의 “온도·습도 조절 장치” 기준을 충족하기 위하여 수장고 건설 재료는 철근콘크리트를 포함한 복합재이어야 하고 항온(20℃, 오차범위 ±2℃ 이내), 항습(50%, 오차범위 ±5% 이내) 기준을 충족하고 수장고 내부 온습도 기록계가 설치되어 특정 요구 날짜의 기록지(리포트)를 제출하여야 하고, 보안 조건은 소재지 관할 경찰서(지구대/파출소)가 반경 10km 이내에 위치, 외부의 전문 경비회사와 계약되어 보안 서비스를 제공, 24시간 경비 인력이 상주, 외부인의 출입을 적절하게 통제하는 내부 시스템(패스 발급 및 출입자 등록 등), 경비 카메라 설치 출입구 등 24시간 녹화 및 최대 90일간 보관을 충족해야 하고 수장고 화재 방지를 위해 수장고 소재지 관할 소방서(소방서/119안전센터)가 반경 10km 이내에 위치, 소방법에 근거하여 화재 경보시스템 및 방화 장치 설치, 건물의 내부 벽면 내화 재질을 요구하고 있다.

특히, 화재 시 온도 상승에 의한 수장물의 보호를 위해 콘크리트 벽의 두께를 정의하여 제안 요청서에 제시하는 것이 필요하다.

박수영, 이승재(2020)은 벽두께가 100mm인 수장고 내부 벽의 온도는 20℃에서 1시간 경과시 55℃, 4시간 경과시 343℃를 나타내었으며, 1시간 경과시에도 35℃의 상승 정도를 나타내어, 내부 유물의 훼손 가능성이 높은 것으로 판단된다. 벽두께가 200mm인 수장고 내부 벽의 온도는 20℃에서 2시간 경과시 29℃로 9℃의 온도 상승을 나타내므로, 2시간 정도 까지는 고문서의 훼손을 막을 수 있을 것으로 판단되며, 벽두께가 300mm인 수장고에서는 20℃에서 4시간 경과시 28℃로서 8℃의 온도 상승을 나타내므로, 4시간까지 고문서의 훼손을 막을 수 있을 것으로 판단된다고 하였다.

이를 근거로 임대 수장고 역시 벽체 구성은 철근 콘크리트 기준 300mm 이상의 기준이 합당한것으로 판단된다.

셋째, 설치 기준 3항의 “소화설비 및 안전 장치”기준의 경우 보안 조건은 소재지 관할 경찰서(지구대/파출소)가 반경 10km 이내에 위치, 외부의 전문 경비회사와 계약되어 보안 서비스를 제공, 24시간 경비 인력이 상주, 외부인의 출입을 적절하게 통제하는 내부 시스템(패스 발급 및 출입자 등록 등), 경비 카메라 설치 출입구 등 24시간 녹화 및 최대 90일간 보관을 충족해야 하고 수장고 화재 방지를 위해 수장고 소재지 관할 소방서(소방서/119안전센터)가 반경 10km 이내에 위치, 소방법에 근거하여 화재 경보시스템 및 방화 장치 설치, 건물의 내부 벽면 내화 재질을 요구하고 있다.

박물관 및 미술관에 적용되는 소방 시설물은 건축개요에서 확인 할 수 있다. 강은수, 김종학, 정동규(2023)는 소방법상 박물관에 설치되는 소방시설의 종류를 <표 8>과 같이 정의하였다.

Table 8. Applied standards for fire protection in cultural and assembly facilities

소방시설의 종류		소방시설의 적용 기준	설치
소화설비	소화기구	면적 33m^2 이상인 것	전층
	옥내 소화전 설비	연면적 3,000m^2 이상인 특정소방대상물 지하층·무창층으로서 바닥면적이 600m^2 이상인 층이 있는 것	전층
	스프링클러 설비	문화 및 집회시설로서 수용인원이 100명 이상인 것	전층
	물분무등소화 설비	전기실, 발전기실, 통신기기기실등 전기과련시설로 300m^2 이상인 것	해당실 수장고 (자진 설비)
경보설비	비상방송설비	연면적 3,500m^2 이상인 것	전층
	자동화재탐지 설비	문화 및 집회시설로서 연면적 1,000m2 이상인 것	전층
피난설비	유도등	모든 특정소방대상물	전층
	비상조명등	지하층을 포함하는 층수가 5층 이상인 건축물로서 연면적 3,000m^2 이상인 것	전층
상수도소화용수설비		연면적 5,000m^2 이상인 것	지상 1층

이와 함께 화재 발생 상황에서 수장고 항온항습기 자동정지 시설 설치를 통해 항온항습기를 통해 유입되는 신선한 공기로 인한 화재의 급격한 확산을 방지하여야 한다고 하였다.

3. 결론

이상의 분석을 종합하여 민간 임대 수장고를 임차하는 경우 제시하여야 할 임차 수장고의 설치 기준의 경우 박물관 및 미술관 진흥법상의 설치 기준이 간결하여 실제 수장품의 특성에 맞춘 수장고 기준을 제시하지 못하고 있다는 점을 확인하였다. 일반 창고와 달리 수장고 설치는 많은 비용이 소요된다는 문제가 있기는 하지만 국립박물관의 소장품이 지니는 중요성을 고려하면 민간 임대 수장고 역시 국립박물관의 수장고 분류 체계와 같게 수장 공간을 최소 3가지 유형으로 구분하고 유형별 온도와 습도, 수장고 벽의 두께 그리고 수장물의 특성에 부합하는 소방 설비를 갖추어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌(Reference)

[1] 김승수, 국립 중앙박물관 수장고 수용률 96.3% 넘고, 포화위험(수용률 80% 이상) 지자체 수장고도 2배이상 증가, 보도자료, 2023, pp.1~6

[2] 국립중앙박물관, 2023 국립 중앙박물관 연보, 2023, pp.691

[3] 최영주, 손종우, 임채진, 박물관 수장고의 유형별 보존환경 특성 고찰 -국립중앙박물관, 국립민속박물관 파주, 국립경주박물관 영남권 수장고를 중심으로, 한국문화공간건축학회논문집, 통권 83호, 2023, pp3~12

[4] 박수영, 이승재, 화재시 수장고 벽의 열전달 해석을 통한 내부온도 상승에 대한 연구. 국가유산방재학회, Vol. 5 No.2, 2020, pp.135~142

[5] 강은수, 김종학, 정동규, 수장고 리모델링 및 증축에 따른 소방시설 적용 개선사항 연구, 국가유산방재학회, Vol. 8 No.1, 통권 18호 2023, pp.11~18

저 자 약 력

이 정 범 (Jung-Beom Lee)



・2001년 8월 : 상명대학교 예술디자인대학원 졸업, 석사
・2007년 3월 : 중앙대학교 첨단영상대학원 졸업, 박사

email: dd337@naver.com

관심분야 : Interactive Media Art, Media Design, Digital Media, Fine Art, Photography

https://doi.or.kr/10.23283/JKCT.2025.2.1.02
Journal of the Korea Convergence Technology, Vol 2, No, 1, pp.7-14, June. 6, 2025, ISSN 3058-3152

증강현실 기반 사운드스케이프를 활용한 장소특성적 공공예술에 대한 실험적 연구

전지윤*

An Experimental Study on Site-Specific Public Art utilizing Augmented Reality based Soundscapes

JiYoon Chun*

요 약

본 연구는 기존 공공예술이 지닌 시각 중심의 조형물의 한계를 비판적으로 분석하고, AR기반 사운드스케이프를 매개로 한 장소특성적 공공예술의 실험적 사례를 제안한다. 특히 이-푸 투안(Yi-Fu Tuan)의 공간의 장소화 개념을 이론적 토대로 공간이 축적된 기억, 감정적 애착, 인간의 경험을 통하여 장소로 전환되는 과정을 예술적으로 접근한다. 이를 위하여 AR 기반 사운드스케이프 작품<Hierarchical Time>을 사례로 관람객이 자신의 위치와 선택에 따라 사운드가 누적되고, 개별적 소리들이 하나의 음악처럼 구성되는 과정을 통한 작가의 공간의 재해석이 관람객에게 장소의 예술적 경험이 될 수 있도록 구현하였다. 본 연구는 다중감각적 접근, 그리고 가상과 현실의 접점에서 작가와 관람객 간의 인터랙션을 통하여 장소를 재구성하는 공공예술의 능동적 접근이자, 기술기반 장소특성적 공공예술의 실증적 사례로 제시하고자 한다.

☞ **주제어** : 사운드스케이프, 증강현실, 장소특성적 예술, 인터랙티브 미디어 아트, 모바일 아트

Abstract

This study critically analyzes the limitations of existing public art, which has predominantly focused on visual sculptural forms, and proposes an experimental case of site-specific public art mediated by AR-based soundscapes. Grounded in Yi-Fu Tuan's theoretical framework of place-making, the research explores how space is transformed into place through accumulated memory, emotional attachment, and human experience. To this end, the study examines the AR soundscape artwork Hierarchical Time, in which sound is layered and composed like a piece of music according to the viewer's location and selection. This interactive process enables the artist's reinterpretation of space to become an artistic experience of place for the audience. Ultimately, the research proposes a multi-sensory, interactive, and participatory approach to public art that actively reconstructs place through the interface between virtual and physical realities, offering a concrete example of technology-driven site-specific public art.

☞ **Keywords** : Soundscapes, Augmented Reality (AR), Site-Specific Art, Interactive Media Art, Mobile Art

* 1저자: 서울미디어대학원대학교 융합예술디자인학과
* 교신저자: 서울미디어대학원대학교 융합예술디자인학과
· Corresponding Author: JiYoon Chun, jychun@smit.ac.kr

Received April 13, 2025 Revised May 23, 2025
Accepted May 26, 2025 Published June 30, 2025

1. 서 론

1.1 연구 배경

공공예술(Public Art)는 공공장소에 설치되어, 그 장소의 물리적·사회적 맥락과 상호작용하며, 대중에게 개방되는 예술을 의미한다[1]. 장소특성적 예술(Site-specitic Art)은 공공예술의 한 형태로 특정 장소의 맥락을 반영하여 그 장소의 공간적 특성과 연관된 상호작용을 통하여 참여적 예술을 생성한다[2].

현재 국내의 공공예술은 1972년 문화예술진흥법에서 '건축물에 대한 미술장식'을 권장하는 조항으로부터 시작하여[3], 초기 전통적 조각 뿐만 아니라 다양한 유형의 공공예술이 선보이고 있다. <그림 1>과 같이 초기 한국 공공예술은 작가의 작품이 화이트 큐브(White Cube)로 일컬어지는 전시 공간에서 단지 공공 공간으로 옮겨놓은 것과 같았다면 현재 한국의 공공예술은 설치 작품이나 미디어를 활용한 다변화된 유형의 작품을 볼 수 있다.



그림 1. 좌로부터 (1) 문신, 생의 음율, 브론즈(청동), 부산 동구 범일동 825-3, 1990 (2) 이용백, 알비노 고래, 브론즈, 우레탄도장, SST, 분수시스템, 서울 중구 수표동 88-1일대, 2011 (3)황지해, 서울로7017 슈즈트리, 2017.

Figure 1. from left: (1) Moon Shin, Rhythm of Life, bronze, Beomil-dong 825-3, Dong-gu, Busan, 1990; (2) Lee Yong-baek, Albino Whale, bronze, urethane coating, SST, fountain system, around 88-1 Supyo-dong, Jung-gu, Seoul, 2011; (3) Hwang Ji-hae, Seoullo 7017 Shoe Tree, 2017.

<그림 1>과 같은 사례는 초기 공공예술에서부터 2000년대 공공예술의 사례이다. 이를 살펴보면 장소의 물리적·역사적· 사회적 맥락을 해석하거나, 관람객과의 상호작용 없이 미술 장식품으로 기능에 국한되어 있으며, 장소 특성적 미술로 공공예술의 실천적 모색에 있어서 한계점을 보이고 있다. 이러한 장소특성적 공공예술은 단순히 장식적 기능을 넘어, 장소의 의미를 재구성하고, 관람객의 인식을 전환시킬 수 있는 비판적 실천이 확장되어야 한다[4].

본 연구에서는 증강현실(Augmented Reality 이하 AR)을 활용하여 위치 기반 공공예술을 제안하고자 한다. 각각의 위치에 있는 장소에 대한 맥락성을 해석하여, 현실과 가상의 접점에서 관람객이 상호작용할 수 있는 공공예술을 제안하고자 한다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 논문은 AR 기반 장소특성적 공공예술에 대한 실험적 모색이며, 이는 이-푸 투안(Yi-Fu Tuan)의 '공간의 장소화' 개념을 이론적 기반으로 한다. 그는 공간은 인간의 기억, 감정, 그리고 경험의 축적을 통하여 장소화되어, 장소란 인간의 가치와 의미가 부여된 공간이라 언급한다[5]. 본 연구에서는 장소를 해석하는 예술적 요소로 사운드(Sound)를 통하여 장소의 의미를 시각 중심의 해석에 한정하지 않고, 청각적 경험을 통하여 장소를 감각적으로 재구성하고자 한다. 특히 사운드스케이프(Soundscapes)를 매개로 장소의 맥락적 층위를 해석함으로써 관람객이 장소를 보다 능동적으로 '관계 맺음"할 수 있는 공공예술로 그 가능성을 제안하고자 한다.

사운드스케이프란 인간이 특정 환경 속에서 인지하는 모든 소리를 의미하며, 물리적 음향뿐만 아니라 문화적·심리적 맥락에 따라 구성되는 청각적 환경이다. 단순한 배경음이 아닌 공간의 정체성을 형성하며, 장소에 대한 감각적·정서적 경험을 확장하는 예술적 매개로 기능한다[6]. 결국 사운드를 통한 장소 해석은 단지 청각적 자극을 제공하는 것을 넘어, 장소에 대한 기억, 감정, 예술적 경험을 소환하는 감각적 접근이자 공공예술을 물리적 설치를 넘어선 비물질적 인터랙티브 미디어 아트의 형식을 확장시키며, 현대 공공예술이 지향해야할 참여적 미학에 대한 실증적 연구로 작품<Hierarchical Time>을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이-푸 투안의 공간과 장소에 대한 이론적 접근을 기술하여 장소특성적 공공예술의 접근 요소를 도출하고, 이를 통하여 3장에서는 국내외 사례를 살펴보며 시사점을 분석하고, 4장에서는 작품<Hierarchical Time>의 설계 방향성 및 구현에 대하여 기술하고, 마지막 5장에서는 연구 결과를 제시하였다.

2. 장소특성적 공공예술의 개념적 접근

2.1 공간의 장소화에 대한 개념적 접근

이-푸 투안은 그의 저서 공간과 장소(Space and Place: : The Perspective of Experience, 1977)에서 공간과 장소의 관계성을 공간(Space)은 의미가 부여되지 않은 추상적이고 확장적인 영역으로 정의하고, 반대로 장소(Place)는 축척된 기억(Memory), 감정적 애착(Emotional Attachment), 인간의 경험(Experience), 그리고 경험한 공간의 사회 문화적 상호작용(Cultural Context)이라는 생성 요소로 설명한다. 이를 통하여 <그림 2>와 같이 공간이 장소화되는 과정은 경험이 사고나 감정적 인식을 통하여 정서적 애착을 형성하고, 축척된 기억은 공간적 경험을 통하여 영향을 미치며, 공간의 장소화로 개념화된다. 감각적 인지(Sensory Perception)은 감각적으로 인지하는 직접적 경험, 즉 시각, 청각, 촉각 등 감각을 통한 장소의 경험을 의미한다. 정서적 반응(Emotional Engagement)은 감정적 애착이나 친밀감과 같은 상호작용을 통한 관계성, 그리고 경험(Experience)는 감각, 지각, 개념적 인식을 통한 인간적 체험을 말한다.



그림 2. 공간의 장소화 과정
Figure 2. The Process of Space becoming Place

결과적으로 인간은 특정 공간에서 사회 문화적 상호작용을 통하여 축척된 기억은 감각적으로 인지되며, 정서적 유대로 인한 인간적 경험 형성으로 공간이 장소로 전환되는 것이다. 이는 단순히 물리적 공간이 아닌 사회문화적 정체성이 내포된 공간의 장소화 과정을 의미하며, 단순히 '존재하는 것'이 아니라 '경험되고 의미화되는 것'을 말한다. 이러한 관점에서 공공예술의 예술적 실천에 있어서 단순히 조형물을 특정 장소에 설치하는 것이 아니라 그 장소의 축척된 기억, 감정적 애착, 인간적 경험, 그리고 사회문화적 상호작용을 통하여 해석되어야 할 필요성이 있다.

마치 미술관에 전시되던 작품이 그대로 공공장소에 옮겨 놓는 것과 같은 기존의 공공예술은 공간의 장소화, 즉 관람객과 공간의 예술적 경험을 통하여 해석되는 것이기보다는 단절된 시각적 감상의 한계를 나타낸다. 반면 장소특성적 예술은 특정 장소의 물리적·역사적·사회문화적 접근을 통한 장소의 의미를 재해석하고, 관람객이 예술적 경험을 통하여 장소로 전환될 수 있도록 한다. 따라서 장소특성적 공공예술와 같이 단순한 시각 중심의 조형 예술에서 벗어나, 감각적 경험과 참여, 기억과 의미의 층위를 통하여 공간을 장소로 전환시키는 능동적인 예술적 개입이 필요하다.

2.2 공간의 장소화를 위한 사운드스케이프

이-푸 투안의 공간의 장소화는 인간의 주체적 개입과 해석을 통하여 공간을 의미화하는 다층적 변환을 전제로 한다. 이러한 관점에서 장소특성적 공공예술은 특정 장소에 대한 작가의 맥락적 해석으로 구현될 수 있다. 창작자의 예술적 해석이 관람객의 의미 생성의 과정으로, 관람객이 장소에 대한 예술적 경험을 통하여 결과적으로 예술이 장소를 재해석하는 공간적 서사를 만든다.

사운드스케이프는 장소에 고유하게 존재하거나, 과거에 존재했던 소리의 흔적이나 장소를 해석하는 소리를 통하여 장소의 정체성을 감각적으로 환기시키는 예술적 시도라 할 수 있다. 이는 장소를 '보는 대상'이 아니라 '듣고 반응하는 대상'으로 장소를 해석함으로써 장소의 경험을 확장할 수 있다. 공간은 감각적 인지, 정서적 반응 그리고 예술적 경험을 통하여 관람객의 감각을 자극하고, 공간의 맥락성을 전달하며 예술적 경험으로 장소화한다. 즉 사운드스케이프는 이-푸 투안이 언급한 공간의 장소화의 과정, 즉 감각적 인지를 통하여 예술을 시각에서 청각으로 확장하고, 동시에 과거와 현재의 정서적 반응을 이끌어내는 예술적 경험을 통하여 축척된 공간의 시간적 층위를 예술적으로 구현할 수 있다. 이러한 지점에서 작품 <Hierarchical Time>는 장소특성적 공공예술로 공간을 장소화하는 사례로 제시하고자 한다. 이는 감각적 장소화를 위한 예술적 시도이자, AR 사운드 기반 장소특성적 공공예술의 실증적 모색이다. 이는 기존 공공예술의 감각적·맥락적 한계를 넘어서는 대안적 실천으로 그 차별성을 기술하기 위하여 공공예술에 대한 현실적 전개에 대하여 고찰하고자 한다.

3. 퍼블릭 스페이스에서의 공공예술의 현황

공공예술이란 단순히 조형물 설치를 넘어 관람객과의 소통을 목표로 공간의 물리적 환경 뿐만 아니라 사회적 맥락이나 관람객의 상호작용이 주요 요소로 새로운 성찰, 공공 공간의 활용 방식, 그 안에서 관람객의 행위에 대하여 환기시키는 계기를 마련하기에 공공예술은 시각적으로만 표현될 수 없다[7]. 따라서 공공예술은 단순히 시각적 감상에 그치지 않고, 공공 공간이 어떻게 활용되고, 또 그 안에서 관람객이 어떠한 방식으로 참여하거나 반응하는지를 통해 성찰의 기회를 제공한다. 이러한 점에서 공공예술은 공공성의 회복과 공동체의 감각을 소환하는 장치로 기능하며, 시각적 표현을 넘어서는 매개체로 작용한다.

그러나 기존 공공예술은 우선 상징적 조형물로 국가의 정체성 혹은 기념비적 조각에서 1970년대-1990년대까지는 환경적·개념적으로 확장된 대지 미술과 같은 물리적 공간이나 환경을 강조하는 방향으로 진행되었다. <그림 3>의 리차드 세라(Richard Serra)의 <기울어진 호>를 살펴보면 미국 뉴욕 연방 조달청 의뢰로 뉴욕 페더럴 광장에 1981년 설치된 작품으로 높이 3.6m, 길이 36m의 설치 미술이다. 하지만 이 작품은 1989년 3월 보행자의 불편 등과 같은 이유로 철거되었다. 이와 같은 사례는 작가 중심의 조형물이 일방적으로 공공 장소에 설치되는 방식으로 공간에 대한 해석이 결여된 채 관람객과의 정서적 공유도 일어나지 않은 예로 공공예술이 관람객에게 어떠한 의미로 전달될 수 있는지 불분명한 경우이다.



그림 3. 뉴욕 페더럴 광장에 설치된 리차드 세라의 <기울어진 호>, 1981
Figure 3. Richard Serra, Tilted Arc, Federal Plaza, New York, 1981

국내 공공예술은 <표 1>과 같이 1972년 문화예술진흥법의 '건축물에 대한 미술장식'을 권장하는 조항으로 시작하여 1980년대에는 조형물 중심의 공공예술을 선보였다. 2005년 이후 문화예술진흥법이 개정되면서 지역사회 연계를 통한 참여형 공공예술에 대한 논의를 시작하게 된다. 2012년 이후 도시재생과 연계된 공공미술의 활성화를 위한 문화체육관광부 정책이 확대되었으며, 2020년대 이후 미술장식품에 대한 심의 제도가 미디어 아트와 같은 비물질적 예술이 포함된 개선된 방향으로 진행되고 있다.

표 1. 한국 공공예술 제도 연도별 정리[3]
Table. 1. Korean public Art Policy Timeline

Year	Policy Change & Description
1972	Enactment of the 'Regulation on the Installation of Art Decorations' - Mandated 1% of construction budget for public art installations; start of public art policy.
1980	Expansion of system with increase in public buildings - Focused on decorative sculptures; lacked connection to sense of place and civic engagement.
2005	Revision of the 'Culture and Arts Promotion Act' - Initiated discussions on community-linked and participatory public art.
2012	Expansion of Ministry of Culture, Sports and Tourism policies - Activated community-based public art projects linked to urban regeneration.
2020	Reform of the art decoration screening system - Included digital and immaterial art forms; promoted local artist participation.

특히 2000년대 이후 장소의 맥락과 결합된 장소 특성적 접근으로 공공예술은 실천적 예술로 시도된다.



그림 4. 네드 칸, 비의 장막, 가락시장 금수탑, 2024
Figure 4. Ned Kahn, Rain Veil, Garak Market Water Tower, Seoul, 2024

<그림 4>의 네드 칸(Ned Kahn)의 <비의 장막>으로 1986년에 축조된 후 2004년 가동이 중단된 가락시장에 위치한 높이 32m의 금수탑을 공공예술로 활용한 사례이다.

작가는 자연 현상을 기술과 예술의 융합적으로 접근하며, 바람에 출렁이는 움직이는 장막을 풍속과 조도에 대한 반응으로 시각적 효과를 생성하는 작품<비의 장막>을 구현하였다. 움직이는 장막은 대지를 순환하는 물과 비의 물성을 표현하고 있으며, 금수탑 내부는 바다를 형상화하고 있다. 이는 가락시장금수탑의 상징성과 예술적 관점에서 현대적 미디어 조형과 결합된 공공예술이라 하겠다. 다만 관람객 입장에서는 단순히 감상의 대상일 뿐, 적극적인 상호작용의 여지를 제공하지 않는 한계를 지니고 있으며, 특히 작품의 주요한 시각적 효과가 특정 시간대에 전체적으로 작동한다는 점에서 공공예술로 지속성과 접근성 측면에서 제한이 드러난다. 이와 같이 기존 공공예술은 공간의 접근성과 상징성을 중요시하는 조형물 중심이였다면 장소특성적 예술은 공간의 장소화를 위한 기억이나 감정을 통한 인간의 예술적 경험이 중심이다.

표 2. 공공예술과 장소특성적 예술의 비교
Table. 2. Comparison of Public Art and Site-Specific Art

Category	Public Art	Site-Specific Art
Concept	Art installed in public spaces, focused on sculptures	Art created for a specific site, reflecting contextual characteristics
Understanding of Place	Universal space, decontextualized place	Connected to the environment, history, and socio-cultural identity of the place
Audience Participation	Passive viewing	Encourages interpretation, participation, and emotional engagement
Sensory Approach	Visual-centered	Multi-sensory approach
Social Context	Symbolic or commemorative themes	Community-based, regional identity
Type of Work	Permanent installations with commemorative functions	Flexible forms such as temporary installations

<표 2>와 같이 공공예술은 보편적 공공 공간에 설치된 시각적 조형물 중심으로 수동적으로 조형물의 상징성을 감상한다. 반면에 장소특성적 예술은 해당 장소의 환경, 역사, 사회 문화적 정체성을 연결하여 관람객의 참여를 통한 작품을 해석할 수 있다. 이를 통하여 기억의 환기나 감정적 애착으로 생성된 인간의 예술적 경험이 이-푸 투안 관점에서 공간은 장소화 된다. 장소특성적 예술이 장소의 의미를 환기할 수 있도록 인간의 예술적 경험이 확장적 모색이 필요하다. 이러한 감각적 확장의 실천적 수단으로 사운드스케이프는 특정 장소에 내재된 환경음, 기억을 소환하는 소리 등 청각을 통하여 장소성을 체험할 수 있다. 결국 사운드 기반 장소특성적 예술은 이-푸 투안의 장소에 대한 관점에서 감각적·기술적·참여적 차원에서 구체화할 수 있다. 이는 공공예술을 물리적 환경, 즉 공공 장소에서의 시각적 조형물 중심에서 장소의 의미를 재구성할 수 있는 확장적 모색으로 AR 기반 사운드스케이트 작품 <Hierarchical Time>을 제안한다.

4. AR 기반 장소특성적 공공예술 개발

4.1 작품<Hierarchical Time>의 설계 방향성

본 작품<Hierarchical Time>은 위치기반 AR 사운드스케이프를 구현 사례이다. 한국 연구 재단에서 지원한 디지털 인문도시:순성의 복원에서 한양 도성을 중심으로 인문체험을 위한 AR 콘텐츠 개발의 일부로 진행되었다. 디지털 인문도시:순성의 복원에서 작가는 시간의 축척과 소통의 통로, 한양 도성의 門을 인문적 관점에서 장소의 맥락성을 재해석하고, 문화예술적 측면에서 융복합 콘텐츠로써 개발하였다. 한양 도성은 경계이며, 한양 도성의 門은 그 경계의 순환 지점으로 삶의 소통적 통로이다. 현재의 공간은 현재와 과거가 '있는 시점'과 '없는 시점'의 시간이 축척되고, 어떠한 지점은 다른 이의 삶과 연결되어 있다. 이는 나와 타자, 나와 환경, 나와 대상 등 나와 관계된 그 모든 것이 현재의 자신과 관계함을 통하여 현재를 정의하는 시간적 상황에 놓이게 되는 것이다.

<그림 5>의 작품<Hierarchical Time>은 서울 부암동에 있는 조선 말기 흥선대원군의 별장, 물을 품고 구름이 발을 치는 집이라 명명된 석파정(石坡亭)을 소리로 해석하였다. 석파정은 정자 주위로 커다란 바위가 많았기도 하

고, 흥선대원군의 아호가 석파이기도 하여 지어진 별호이다.

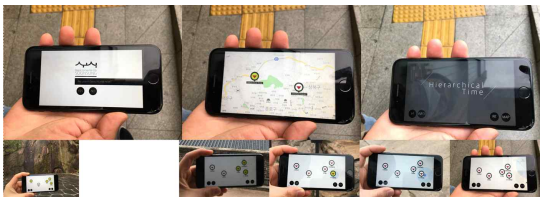


그림 5. 전지윤 作, Hierarchical Time, AR Interactive Work w/iPhone, 2018
Figure 5. JiYoon Chun, Hierarchical Time, AR Interactive Work w/iPhone, 2018
Programming:Untitled(Art08), Sound:ZXIS

작품<Hierarchical Time>은 석파정의 5지점, 소수운련암, 석파정 별채, 너럭바위, 석파정, 천세송의 위치와 사운드가 AR 기술로 정합되는 작업이다. 물과 구름의 장막이 드러워진 바위 속 은둔처, 소수운련암과 고종이 묵었던 석파정 별채, 그리고 코끼리를 닮은 웅장한 너럭 바위와 바위로 둘러싸인 풍경, 흐르는 물소리 속에 바람을 보는 누각, 석파정, 마지막으로 650년의 시간을 품은 천세송의 계층적 시간을 재해석하였다.

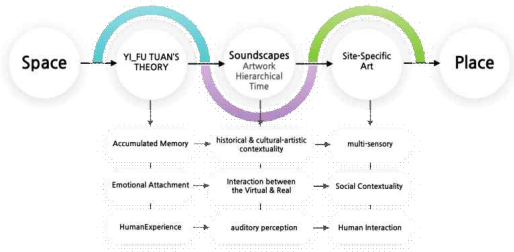


그림 6. 작품 <Hierarchical Time>의 이론적 접근과 장소특성적 예술의 유형
Figure 6. Theoretical Approach of the Work Hierarchical Timeand Types of Site-Specific Art

<그림 6>은 작품<Hierarchical Time>을 이-푸 투안의 관점에서 석파정 공간을 장소화 하는 요소를 추출하고, AR 기술 기반 사운드스케이프가 장소특성적 예술로서 작동하는 요소를 대응하여 설명하였다. 공간의 장소화는 먼저 사운드스케이스 작품<Hierarchical Time>를 통하여 청각적 인지와 촉각적 자극과 같은 다중 감각으로 공간에 대한 기억을 축척할 수 있다. 축척된 기억으로 생성되는 공간에 대한 감정적 애착은 공간에 대한 역사·문화예술적 맥락성을 통하여 장소의 상징성이 인간의 예술적 경험이 된다. AR 기술로 공간은 가상과 현실의 인터랙션을 통하여 관람객의 장소로 예술과 관람객 사이에서 상호작용으로 생성된다.

AR은 현실에서 가상의 데이터가 정합되는 이중 구조를 생성하는 기술이다. 결과적으로 현실과 가상 세계를 연결하는 스마트 미디어를 통하여 인간의 감각으로 대상을 인식할 수 있도록 미디어 장치의 센서와 연동된다. 현실에서 가상 객체를 크게 위치 정보 기반과 마커 기반으로 정합이 가능하다. 작품<Hierarchical Time>은 객체를 정합하기 위하여 위치 정보와 공간을 인식하기 위하여 마커 기반으로 증강을 구현하였다.

4.2 작품<Hierarchical Time>의 구현

작품<Hierarchical Time>은 iOS 기반 어플리케이션(Applicaition) 형태로 구현하였다. ①어플리케이션 아이콘을 선택하면 ②프로젝트 소개와 ③관람객의 위치를 확인하는 위치 정보를 묻는 화면이 나타난다. ④만일 석파정에 있다면 자신의 위치가 표시되어 작품을 선택할 수 있는 5지점이 화면에 나타난다<그림 7>.

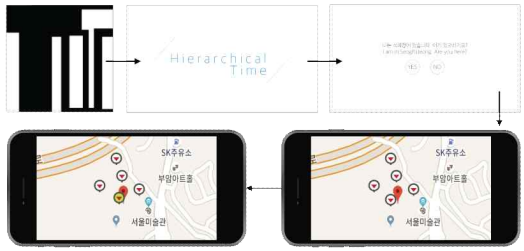


그림 7. 작품 <Hierarchical Time>의 이론적 접근과 장소특성적 예술의 유형
Figure 7. Theoretical Approach of the Work Hierarchical Timeand Types of Site-Specific Art

작품<Hierarchical Time>은 AR 기반 사운드스케이프로 관람객은 스마트기기 화면에서 특정 지점을 터치하여 사운드를 선택하면, 해당 위치에 고유한 소리가 출력된다. 이는 관람객이 석파정 공간을 거닐다가 다음 위치에 도달

하고, GPS상 자신의 위치가 작품의 플래그와 일치할 때, 해당 지점을 터치하면 사운드가 재생되는 방식이다. 이때 각 사운드는 이전에 재생된 소리와 단절되지 않고, 하나의 음악처럼 자연스럽게 연결되며 누적된다. 결과적으로 관람객이 어떤 순서로 지점을 선택하느냐에 따라 사운드의 구성과 흐름이 매번 다르게 형성되며, 이는 청각을 통해 비선형적 시간성과 개인화된 장소 기억을 구성하는 참여형 예술 경험으로 확장된다.

5. 결론

공공예술은 전통적으로 도시의 기념비적 접근에서 시작하여, 도시의 미관을 개선하고 도시의 상징적 메시지를 전달하기 위하여 활용되었다. 그러나 기존 공공예술은 실제로 공공의 삶과 유의미한 소통을 하기 보다는 조형 중심의 전시물로 선보였다. 공공예술은 시각 중심의 조형물로 관람객을 수동적인 감상자로 머물게 하였고, 도시 공간에 대한 정서적 반응을 이끌어내지 못한 한계가 있었다. 공공예술이 진정 공공의 기억과 개인의 예술적 경험에 어떻게 기여하고 있는지에 대한 질문을 하게 된다.

오늘날 디지털 기술의 진보는 공공예술의 접근 방식에 획기적인 변화를 가져왔다. 미디어 파사드, 키네틱 아트 등 전시장에서 설치되던 미디어 아트가 공공장소에 확장되고 있다. 아직까지 기술 기반 미디어 아트가 공공예술로는 기계적 결함이나 시스템 오류로 인한 작동의 불안정성, 그리고 조도에 따라 예술적 경험에 대한 일관성이 어려운 점에서 장기 설치나 상시 운용에 어려움이 있기 때문에 공공장소에서의 접근성과 지속성이 제한된다. 따라서 디지털 기술 기반 공공예술은 단순히 '장소에 설치된 기술' 이상의 환경적 조건과 지속적 감상이 가능한 안정적 인터랙션을 유지할 수 있는 모색이 필요가 있다. 단순히 기술을 전시하는 것이 아니라 공공예술을 위한 미래지향적 방향이 필요하다.

본 연구에서는 AR 기술을 활용하여 모바일 인터페이스, GPS, 센서 등을 공간을 감각적으로 접근하여, 관람객의 참여를 유도하는 인터랙티브한 공공예술을 확장적으로 접근하였다. 공공예술이 물리적 장소에 고정된 조형물이 아니라 기술을 매개로 기억, 감각, 상호작용이 이루어지는 복합적 장소 경험이 가능할 수 있다는 사례로 제안하고자 하였다. 따라서 작품<Hierarchical Time>은 관람객이 정서적 체험을 통하여 공간을 장소화하는 예술적 실천을 제안한 실증적 연구 사례이다. 또한 이-푸 투안의 이론적 근거를 통하여 공간의 장소화 개념은 공간은 단순한 물리적 좌표 이상의 감각적 인지, 감정적 애착, 인간의 축적된 경험의 요소로 경험과 기억이 스며든 공간, 인간의 정서로 그 안의 의미를 부여하며, 관람객의 장소가 될 수 있도록 구현하고자 하였다. 작품<Hierarchical Time>은 청각과 촉각을 중심으로한 다중감각적 접근이 어떻게 장소화를 실현할 수 있는지 실험적으로 접근하였다. 작품은 관람객이 특정지점을 선택할 수 있고, 이동하는 과정 속에서 사운드를 누적시키며, 순차적으로 축적된 소리를 하나의 음악으로 재구성하였다. 이는 관람객이 공간의 시간을 감각적으로 듣고, 해석할 수 있으며, 기억의 생산 주체가 되어 공간에서 기억과 정서를 축척하는 예술적 실천을 수행할 수 있다. 이와 같은 다중감각을 통하여 장소 경험을 제공하며, 관람객이 직접 작품의 흐름을 선택하고, 조율하는 참여적 방식은 인간의 인터랙션을 적극적으로 활용하는 동시에 가상과 현실, 작가와 관람객, 예술과 공간 사이의 유기적 관계를 형성한다. 따라서 본 연구가 제안하는 AR 사운드 기반 장소특성적 공공예술은 물리적 공간을 예술적 장소로 전환하는 예이자, AR기술과 감각, 기억, 참여의 결합을 통해 현대의 공공예술의 새로운 방향성을 제시하는 실험적 시도로 제시하고자 한다.

참고문헌(Reference)

[1] M. Zebracki, “Beyond public artopia: Public art as perceived by its publics,” GeoJournal, 78(2), pp. 303-317, 2013

[2] M. Kwon, “One Place after Another”, The MIT Press, p. 11, Feb. 2004.

[3] H.S Yang, “Operational Plan for Public Art Contribution Funds,” Art Criticism, Vol. 94, pp.59-69, 2009.

[4] R. Deutshe, “Evictions: Art and Spatial olitics,” The MIT Press, p. xvii, Jul. 1996.

[5] Y.F Tuan, “Space and Place: The Perspective of Experience,” University of Minnesota Press, p. 6, 1977.

[6] R.M Schafer, “The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World,” Destiny Books, p. 7, 1994.
[7] J. Sharp, R. Paddison, “Just Art for a Just City: Public Art and Social Inclusion in Urban Regeneration,” Urban Studies, 42(5-6), pp. 1003-1004, 2005.

저 자 약 력

전 지 윤 (JiYoon Chun)



- 1999년 Columbia College Chicago (Photography and Advertising Arts) 학사
- 2002년 School of Visual Arts (Design) 석사
- 2014년 서강대학교 영상대학원 (예술공학) 박사

e-mail : jychun@smit.ac.kr
관심분야 : 인터랙티브 미디어 아트, 증강현실(AR), 모바일 아트, 미디어 디자인, 융합형 문화예술교육콘텐츠

https://doi.or.kr/10.23283/JKCT.2025.2.1.03
Journal of the Korea Convergence Technology, Vol 2, No, 1, pp.15-19, June. 6, 2025, ISSN 3058-3152

가상적 오브제와 물리적 공간의 미적 공존에 관한 연구

김동조*

A Study on the Aesthetic Coexistence of Virtual Objects and Physical Space

Dong-Jo Kim*

요 약

최근 예술계는 디지털 기술의 발전와 함께 가상성과 실재의 경계를 재구성하는 시도에 주목하고 있다. 본 논문은 디지털 미디어 환경에서 가상적 오브제가 물리적 공간과 어떻게 미적으로 공존할 수 있는지를 목적으로 한다. 이를 위해 가상성에 대한 철학적 정의와 디지털 이미지의 시뮬라크르적 특성을 이론적 배경으로 설정한다. 이러한 이론적 고찰을 기반으로 제작된 작품 분석을 중심으로 가상 오브제와 실재 공간의 감각적 병치 양상을 고찰한다. 해당 작품은 디지털 렌더링을 통해 생성된 가상 형상이 물리적 공간 속에서 실재처럼 감각되도록 설계되었으며 관람자의 지각을 매개하는 특성을 지닌다. 가상이 실재를 대체하거나 모방하는 차원을 넘어 실재와 병치되며 새로운 감각적 실재성을 구성하는 방식으로 작동함을 보여준다. 본 연구는 가상성과 실재의 이분법을 넘어서는 동시대 미학의 흐름을 조망하며 디지털 이미지의 존재론적 위상에 대한 새로운 해석을 제안한다. 이를 통해 미디어 아트에서 가상적 오브제가 감각적 실재로 기능하는 조형적 가능성을 확장하고자 한다.

☞ **주제어** : 가상적 오브제, 물리적 공간, 미디어 아트, 가상성과 실재, 시뮬라크르

Abstract

Recent developments in digital technology have brought renewed attention to the reconstruction of boundaries between virtuality and reality within the art world. This paper examines how virtual objects can aesthetically coexist with physical space in a digital media environment. To address this inquiry, a theoretical framework is established, drawing from philosophical conceptions of virtuality and the simulacral nature of digital images. Building upon this theoretical foundation, the paper analyzes selected artworks that employ this framework to investigate the sensory juxtaposition between virtual objects and real-world spatiality. These works utilize digitally rendered forms designed to appear materially present within physical space, thereby mediating and reshaping the viewer's perceptual experience. Rather than simply substituting or mimicking the real, virtuality in these instances engages in a layered coexistence with the real, producing a hybridized sensory reality. The study contends that this aesthetic interplay transcends the traditional binary of virtual versus real, signaling a shift in the ontological status of digital images. Through this lens, the paper proposes a reconceptualization of virtual objects—not as mere representations but as agents capable of constituting new experiential realities. In doing so, it aims to expand the formal and aesthetic possibilities of virtuality within the domain of media art.

☞ **Keywords** : Virtual Object, Physical Space, Media Art, Virtuality and Reality, Simulacrum

* 1저자: 국립순천대학교 영상디자인학과
* 교신저자: 국립순천대학교 영상디자인학과
* Corresponding Author: Dongjo Kim, djkim@scnu.ac.kr
Received May 2, 2025
Revised May 16, 2025
Accepted May 25, 2025
Published June 30, 2025

1. 서 론

21세기 디지털 기술의 발전은 인간의 지각 방식과 예술적 실천의 근본적인 변화를 야기하였다. 가상현실, 증강현실, 혼합현실 기술을 기반으로 한 미디어 아트의 부상은 예술의 표현 양식뿐만 아니라 예술이 구축하는 현실의 개념 자체를 재정의하고 있다. 이러한 변화는 예술이 단순한 재현을 넘어서 존재론적 차원의 구성으로 이동하고 있음을 보여준다. 디지털 환경에서 생성된 가상적 오브제는 관람자에게 물리적 공간과 가상의 이미지가 공존하는 새로운 감각의 장을 제시하며 지각의 총체성을 통해 예술의 존재 조건을 재구성한다. 본 연구는 가상적 오브제와 물리적 공간이 미적 층위에서 어떻게 공존하며 상호작용하는지를 탐구하는 것을 목적으로 한다. 이는 단순히 시각적 기법이나 기술적 융합을 논하는 것이 아니라 가상성과 실재성 사이의 긴장 관계 속에서 발생하는 새로운 미학적 체계와 지각의 구조를 분석하고자 하는 조형적 문제의식에 근거한다. 가상현실 전시나 디지털 이미지의 증강 현실적 투영은 물리적 환경을 재구성하거나 왜곡함으로써 실재를 참조하는 가상에서 실재와 경합하는 가상으로의 이행을 보여준다. 가상적 오브제는 단순한 환영이 아니라 감각적 실재로서의 지위를 획득하며 가상의 존재론과 미학을 재고한다. 가상성에 대한 고찰은 장 보드리야르(Jean Baudrillard)의 시뮬라크르 이론과 피에르 레비(Pierre Lévy)의 잠재성 개념을 통해 정립되어 왔다. 하지만 디지털 이미지의 실제 활용과 미디어 아트의 실천적 맥락에서는 보다 구체적이고 현상학적인 분석이 요구된다[1]. 가상을 단순히 실재의 모방이나 허구로 환원할 수 없으며 가장된 물리성이라는 정의를 통해 가상적 대상을 새로운 존재론적 범주로 제시한다. 가상이 실재와 대비되는 개념이 아니라 오히려 실재를 조직하는 또 다른 방식임을 암시한다. 가상은 실재를 대체하거나 왜곡하는 것이 아니라 실재와 병치되어 새로운 의미를 생성하는 구조적 기능을 수행한다. 회화에서 사진 이미지를 기반으로 형성된 화면 구조가 단순한 재현을 넘어서 조형적 시뮬라크르의 지위를 획득한다. 물리적 캔버스 안에서 현실보다 더 현실적인 이미지를 생산하며 가시적 세계를 재구성하는 탈재현적 전략에 주목한다. 디지털 매체와 결합될 때 가상적 이미지와 물리적 공간의 공존이라는 복합적이고 감각적인 구조로 확장된다. 가상적 오브제의 조형성과 그것이 배치되는 물리적 공간의 미학을 통합적으로 분석함으로써 디지털 이미지의 존재론적 지위와 감각적 효과에 대한 이해를 모색하고자 한다. 이를 통해 현대 시각예술에 있어서 가상-실재-공간의 관계가 어떻게 작동하며 예술이 오늘날 어떤 방식으로 지각과 현실의 경계를 전유하고 있는지를 밝히는 데 기여하고자 한다.

2. 가상성과 실재에 대한 이론적 고찰

가상성과 실재는 오랫동안 미학적, 조형적 담론에서 중심 개념으로 다루어져 왔다. 고대 플라톤의 이데아론에서부터 현대 미디어 철학에 이르기까지 인간은 현실을 어떻게 구성하고 인식하며 그 인식 밖에서 등장하는 허구 혹은 비물질적 존재와의 경계를 어떻게 설정할 것인지에 대한 문제를 지속적으로 다루어왔다. 디지털 매체 환경이 일상에 깊이 침투한 21세기에는 가상이라는 개념이 비현실적 허구나 상상력의 산물로 국한되지 않고 실재와 병치되며 현실의 일부로 기능하게 된다[2]. 가상을 단순히 실재가 아닌 것으로 보아서는 안 되며 사용자의 인식과 지각을 통해 물리적인 것처럼 가장되는 존재로 정의한다. 가상적 대상이란 실재를 가장하지만 물리적 존재는 아니며 동시에 그 자체로 의미작용과 행위를 가능케 하는 독립적 층위의 대상이다. 가상이 비실재가 아니라 새로운 방식의 실재 경험을 구성한다는 주장으로 이어진다. 가상의 존재론적 지위는 미학적 논의와도 깊이 연결된다. 컴퓨터게임, VR 시뮬레이션, 3D 인터페이스 등은 사용자로 하여금 현실과 유사한 감각을 경험하게 하며 이때의 현실성은 실제 물리적 기반이 아닌 가상적 구성물에 의해 형성된다. 시뮬라크르는 원본 없이 복제된 이미지로서 현실을 대체하거나 초과하며 오늘날의 디지털 이미지는 물리적 실재보다 강력한 존재감을 창출하는 하이퍼 리얼리티를 구성한다[3]. 가상성은 회화 영역에서도 유사한 방식으로 작동한다. 이미지가 단순히 현실을 묘사하는 것이 아니라 오히려 현실보다 더 현실적인 시각적 질서를 창출한다. 디지털 혹은 사진 기반 이미지를 통해 조형된 화면이 비가시적 실재인 가상의 층위를 포함하게 된다. 단지 보이는 것의 재현이 아니라 보이지 않는 감각의 구조를 재구성하는 장치로 작동한다. 가상성과 실재의 경계는 기술 환경의 변화에 따라 더

욱 모호해진다. 가상현실은 사용자가 실제로 존재하지 않는 공간을 감각적으로 경험하게 함으로써 가상이 신체적 실재로 내면화되는 과정을 가속화시킨다. 가상적 오브제는 실재 공간에 배치된 이미지, 조형물, 인터페이스 등과 결합하며 실재와 가상의 병치를 형성한다. 실재와 가상이 서로를 대체하거나 모방하는 관계가 아니라 감각적 차원에서 병렬적으로 존재하며 상호작용하는 관계로 재구성되고 있음을 보여준다. 가상적 경험은 관람자의 지각과 감성을 통해 더욱 강화된다. 가상이 단순한 환영이 아니라 실제적 감각과 인식을 매개하는 새로운 실재의 형태로 작동하는 것이다[4]. 가상성과 실재는 상호구성적 개념이며 가상은 실재를 참조하거나 부정하는 차원을 넘어서 실재를 감각적이고 인식적으로 재구성하여 보완하는 존재 방식으로 작동한다. 디지털 환경에서는 가상적 오브제가 물리 공간과의 병치를 통해 실재적 감각을 강화하고 감각은 다시 예술작품의 미적 체계 속에서 전환된다.

3. 디지털 이미지와 미디어 아트의 미적 전환

사진과 영화의 발명을 통해 이미지가 기계적으로 복제 가능한 대상을 넘어서고 예술은 고유성과 진정성에 기반한 재현 체계에 머물지 않고 있다. 디지털 이미지의 등장은 물리적 대상보다 자율적 시뮬레이션으로 발전하여 가상성과 실재의 위계를 재편성한다. 예술은 실재를 반영하는 거울이 아니라 실재를 구성하는 미적 기제로 기능하게 된다. 디지털 이미지의 시각적 특성은 원본 없는 복제를 통해 현실 자체보다 감각적 충격과 몰입을 제공한다. 디지털 이미지의 본질은 가상이 아닌 새로운 실재의 층위를 창출하는 자율적 존재에 해당한다. 미디어 아트가 지니는 존재론적 특징을 설명하는 개념과 동일하게 작동한다[5]. 이미지가 지닌 감각적 파편성은 관람자의 내면 감정과 인식 구조 자극하는 것으로 이미지와 관람자 사이의 주관적이고 감응적인 관계를 전제하며 관람자가 이미지 너머의 감각을 경험하도록 유도한다. 이미지 체험은 인간의 감각을 통해 공간과 사물, 가상적 형상을 경험하는 방식으로 전환되고 있다. 디지털 이미지는 적층된 시각적 정보의 병치와 조형적 왜상을 통해 비정합적 리얼리티를 구성한다. 실재의 재현보다는 가상의 구축이자 탈재현의 미학으로 기능한다. 디지털 이미지의 개입은 전통적 회화의 구도, 원근, 조명 등의 법칙을 전복시키며 관람자가 직면하는 이미지를 다중적이고 분산된 시각 구조로 해체한다[6]. 미디어 아트에서 디지털 이미지는 실재 공간과 직접 결합되며 물리적 공간의 성질을 변형시킨다. 미디어 작품은 관람자의 움직임, 시선, 감정 등을 이미지 생성에 개입시키며 고정된 작품이라는 개념을 해체한다. 디지털 이미지가 공간을 구성하며 가상과 실재의 병치를 넘어서는 감각적 융합을 가능하게 한다. 관람자는 관조의 주체를 넘어서 이미지 내부에 적극적으로 참여하며 동적 경험을 생성하는 감각적 매개자가 된다. 미디어 아트의 특성은 오늘날의 예술이 지닌 존재론적 변화를 암시한다. 예술은 더 이상 단순히 대상을 가시화하거나 해석하는 것을 포함하고 새로운 현실, 새로운 감각, 새로운 시간성을 구성하는 역할을 수행한다. 디지털 이미지는 실재를 벗어나려는 허구의 산물보다는 실재의 빈틈을 메우고 감각적 깊이를 보완하는 가상적 구축물이다. 가상은 감각과 지각의 또 다른 실재로 이해되고 있다[7]. 이미지 생성과 감각 경험이 분리되지 않고 상호작용하는 새로운 미학적 지평에서 가상적 오브제는 더 이상 실재의 대체물이 아닌 실재를 조직하는 하나의 감각적 장치로 기능한다.

4. 작품분석

작품 분석은 2025년 국립순천대학교 박물관에서 개최된 개교 90주년 기획전 ‘머무는 순간들’에 출품된 미디어 아트 작품 ‘A Floating Moment in Virtuality’를 중심으로 가상적 오브제와 물리적 공간의 병치가 이루는 미적 공존의 양상을 분석하고자 한다.

그림 1의 작품은 디지털적 환영과 구조화된 공간의 결합을 통해 관람자에게 혼합적 감각 체험을 유도하며 전시 공간을 단순한 배경이 아닌 가상적 존재가 실재화되는 것으로 전환시킨다. 작품의 중심에는 비눗방울로 구현된 가상적 구체가 배치되며 그 내부에는 기하학적 그리드 패턴을 기반으로 한 물고기 형상이 디지털 렌더링된 상태로 떠 있다. 이 오브제는 단순한 컴퓨터 그래픽의 시각적 재현이 아니라 실제 콘크리트 공간 위에 병치되어 관람자의 시야 안에서 물리적 질감과 디지털 이미지가 동시에 작동하는 존재로 기능한다. 비눗방울 구체의 반사 효과는 실제 공간을 왜곡된 방식으로 반영하며 관람자와 공간의 상호작용

을 시각적으로 가시화한다.

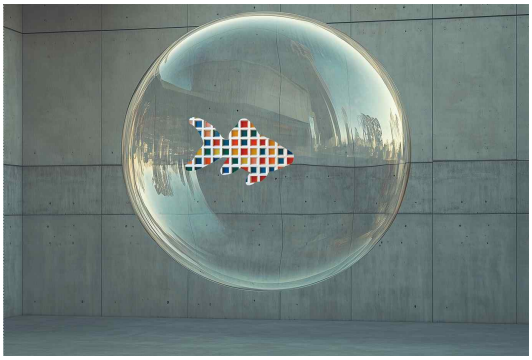


Figure 1. A Floating moment in virtuality, Dong-jo Kim, National Suncheon University Museum, 2025

디지털 오브제는 마치 물리적 존재처럼 감각되지만 그것의 실체는 존재하지 않는다. 그러나 관람자는 그것을 허구로 인식하지 않고 공간 속 실재로 받아들이며 그와 감각적으로 상호작용하게 된다. 이는 단순한 환영의 차원을 넘어선 감각적 실재성을 내포하는 것으로 가상적 형상이 현실 공간 안에서 감각적 주체로 위치할 수 있음을 보여준다. 본 작품은 물리적 전시 공간의 특성과 디지털 이미지의 시각 구조가 치밀하게 연결되어 구성된다. 콘크리트 벽면의 질감은 비눗방울 구체의 표면과 시각적으로 대비되며 그 사이에 떠 있는 가상적 형상은 시공간적 부유감을 극대화한다. 공간 연출은 단지 시각적 효과에 머무르지 않고 관람자의 지각과 움직임을 유도하는 환경적 요소로 작용한다. 탈재현적 구성이 디지털 공간에 적용된 형태로 해석될 수 있으며 이미지의 조형성이 공간성과 감각성을 통합적으로 매개하는 방식이다. 작품의 제목으로 부유하는 순간은 실재와 가상, 정지와 움직임, 감성과 인지 사이의 경계에 잠시 머무는 경험을 제시한다. 관람자는 고정된 시점에서 작품을 감상하는 것이 아니라 공간을 이동하며 시야 각도에 따라 오브제의 투명도, 반사, 왜상 등을 끊임없이 새롭게 인지하게 된다. 디지털 이미지가 단순히 재현의 대상이 아니라 감각적 사건으로 작동한다는 점에서 중요한 미학적 의미를 갖는다. 디지털 이미지의 개념에 따르면 작품은 고정된 오브제가 아니라 관람자의 위치, 시간, 조명에 따라 끊임없이 다른 형상으로 재구성되는 지각의 장이 된다. 'A Floating Moment in Virtuality'는 이 개념을 조형적·공간적으로 실현함으로써 관람자와 이미지, 공간과 오브제 간의 삼각 관계를 구축하고 그것을 통해 가상적 실재라는 새로운 경험 양식을 성립시킨다. 전시 구성에서도 이 작품은 전시 공간 자체를 하나의 연장된 조형 언어로 활용한다. 작품이 전시된 박물관의 폐쇄적 구조, 천장 조명, 벽면의 재질 등은 디지털 이미지가 시각적 현실감을 획득하도록 하는 매개 환경으로 기능한다. 물리적 공간이 단순한 무대를 포함하여 가상적 오브제가 실재성을 획득하는 감각적 지지대로 작동한다는 점에서 중요한 공간 연출적 전략이 된다. 본 작품은 가상성과 실재, 이미지와 구조, 시각과 감각이 중첩되는 미학적 실험으로서 디지털 미디어 아트가 현실 공간에 조형적 실체로 개입할 수 있음을 보여주는 사례이다. 철학적 가상 개념의 미학적 실현이며 디지털 이미지가 감각의 층위에서 실재와 병치될 수 있음을 증명한다. 가상적 오브제가 물리적 공간 안에서 얼마나 미적 존재로 작동할 수 있는지를 보여준다.

5. 결론

디지털 기술의 급속한 발전과 함께 예술의 영역에서 가상성과 실재의 관계가 재정의되고 있다. 가상적 오브제가 단순히 실재를 흉내 내거나 모방하는 것보다 물리적 공간과의 미적 공존을 통해 새로운 감각적 실재로 작동하고 있다는 점을 강조한다. 이를 통해 동시대 시각예술인 디지털 미디어 아트가 지닌 존재론적 특성과 조형적 의미를 철학적·미학적 관점에서 고찰하고 있다. 가장된 물리성 개념을 통해 가상이 비실재적 환영보다는 감각적 층위에서 실제로 기능할 수 있는 존재임을 확인하고 있다. 가상과 실재를 이분법적으로 나누던 사고방식에서 가상이 실재를 대체하는 것 보다는 실재와 병치되며 새로운 형태의 존재감을 창출하는 방식을 조명하는 중요한 전환점된다. 디지털 이미지의 시각적 특성과 미디어 아트에서의 구성 방식을 보면 관람자의 감각, 움직임, 위치에 따라 변화하며 감응적으로 작동하는 특성이 있다. 디지털 이미지는 원본을 모사하거나 복제하는 기표보다는 감각적 실재의 자율적 존재가 된다는 점에서 현대 미디어 환경에서 가상성이 지닌 창조적 위상을 볼 수 있다. 이미지 가상성과 탈재현의 구조는 디지털 기반 이미지의 적층성과 비대상성이 실재와

가상의 경계를 해체하는 조형 전략으로 작동하게 된다. 미디어 아트와 시각예술 분야 전반에서 가상적 재현의 논리가 보편화되고 있는 것이다. 가상적 오브제는 물리적 공간 속에서 감각적 실재로 기능할 수 있으며 실재와의 상호작용 속에서 새로운 조형적 질서를 창출하는 방식이다. 이는 예술에서의 가상 개념을 재정립하는 데 중요한 이론적, 실천적 기반이 된다. 본 연구는 가상성과 실재, 이미지와 공간, 감각과 인식의 경계를 해체하고 재구성하는 동시대 예술의 흐름을 다층적으로 조망하고 있다. 디지털 매체 환경 속에서 미적 실재성이 어떻게 변화하고 있으며 가상적 오브제가 예술적 실천 속에서 어떤 방식으로 의미화되는지를 이론과 작품 분석을 통해 고찰한다.

향후 연구에서는 가상현실 기술이 고도화되고 있는 상황에서 가상적 오브제와 관람자의 신체감각 사이의 관계성, 몰입적 공간 디자인, 인터페이스 기반 예술의 사회적 영향력 등으로 연구를 확장할 것이다. 나아가 인공지능 기반 이미지 생성 시스템과 연동된 가상 오브제의 자기 발생성과 자율성이 동시대 미학의 주요 과제가 될 것이다. 가상적 오브제는 물리적 공간과 감각적으로 공존하며 새로운 미적 현실을 구성하는 핵심 매개체이다. 본 연구가 그러한 전환의 미학적, 철학적 지평을 이해하는 데 있어 기반으로 작용하길 기대한다.

참고문헌(Reference)

[1] Park Ilho (2008). Turn of Media, Enlargement of Aesthetic Experience. Journal of Contemporary Art Studies,(12), 259-294.

[2] Kyujung Kim (2005). The Plastic elements in Media Art. Journal of Basic Design & Art, 6(3), 39-49.

[3] Jin, Yinuo, & Kim, Hyung Gi (2024). A Study of New Media Artworks on the Dissolution of Reality -Focused on Author's work <Boundary>-. The Treatise on The Plastic Media, 27(4), 82-90. 10.35280/KOTPM.2024.27.4.8.

[4] Wang, Zhi Yao, Huang, Jin Pei, & Kim, Hyung Gi (2023). A Study on the Synesthesia Expression of Sound Visualization in New Media Art. The Treatise on The Plastic Media, 26(4), 163-169. 10.35280/KOTPM.2023.26.4.18.

[5] Choi, Jin Kyung, Yang, Eun Ji, & Kim, Kai Chun (2019). A Study on the Expression Characteristics of New Media Art Exhibition Space Reflecting Simulacre. Journal of Basic Design & Art, 20(6), 533-545.

[6] Jeon Hyesook (2011). New Media Art Based on VR - Materiality or Immateriality. Journal of the Association of Western Art History, 34, 259-283.

[7] Young Sun Park (2007). A Study on the Relationship between the Language of Virtual Space and Media Art. Journal of Basic Design & Art, 8(3), 185-191.

저 자 약 력

김 동 조 (Dong-Jo Kim)



・2007년 2월 : 국립순천대학교 영상디자인학과 학사
・2009년 8월 : 중앙대학교 첨단영상대학원 첨단영상학과 석사 수료
・2009년 8월 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상학과 박사 수료
email: djkim@scnu.ac.kr

관심분야 : Interactive Media Art, Media Design, Immersive contents, Digital Media

https://doi.or.kr/10.23283/JKCT.2025.2.1.04
Journal of the Korea Convergence Technology, Vol 2, No, 1, pp.20-26, June. 6, 2025, ISSN 3058-3152

실시간 위험 감지를 위한 디지털 트윈 기반 공연장 안전 시뮬레이션 프레임워크 연구

김두범*

A Simulation Framework for Real-Time Risk Detection in Mobile Stages Using Digital Twin Technology

Dubeom Kim*

요 약

본 연구는 공연예술 산업에서의 이동형 공연장의 안전관리를 고도화하기 위한 기술적 접근으로, 디지털 트윈 기반 시뮬레이션과 실시간 멀티모달 위험 감지 체계를 통합한 통합 안전관리 플랫폼의 설계 방안을 제안하였다. 기존의 수동 중심 안전관리 체계의 한계를 극복하고자, 공연장의 구조물 안정성, 군중 밀집도, 기상 환경 등 복합 요소를 가상 시뮬레이션 환경에서 통합적으로 분석하며, 실제 공연 환경에서 수집되는 영상, 소리, 센서 데이터를 바탕으로 실시간 이상 징후를 탐지할 수 있는 체계를 구성하였다. 본 논문은 특히 에이전트 기반 군중 시뮬레이션, 강화학습 기반 행동 예측, 구조물 하중 분석, 기상 데이터 연동 등 최신 기술을 공연장 안전관리 영역에 통합하는 프레임워크를 제시하고 있으며, 향후 실증 연구 및 법제도 연계, 플랫폼 표준화로의 확장을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

☞ **주제어** : 디지털 트윈, 공연장 안전관리, 군중 시뮬레이션, 멀티모달 AI, 이동형 공연장, 실시간 위험 감지

Abstract

This study proposes a design framework for an integrated safety management platform that combines digital twin-based simulation and real-time multimodal risk detection technologies, with a focus on enhancing safety in mobile performance venues. Unlike traditional manual safety systems, the proposed platform enables predictive and responsive safety management by simulating structural stability, crowd dynamics, and weather conditions in a virtual environment, and by analyzing real-time data from cameras, audio sensors, and IoT devices. The research integrates cutting-edge technologies such as agent-based crowd simulation, reinforcement learning for behavioral prediction, structural load analysis, and meteorological data coupling into a unified system applicable to performance safety scenarios. This paper serves as a conceptual foundation for future empirical studies, standardization efforts, and regulatory integration in the field of cultural event safety.

☞ **Keywords** : Digital Twin, Performance Safety, Crowd Simulation, Multimodal AI, Mobile Stage, Real-Time Risk Detection

☆ This article is a revised manuscript based on a part of a public-commissioned research report submitted to the Seoul Foundation for Arts and Culture in 2022.

* 1저자: 서경대학교 미래융합대학 아트앤테크놀로지학과
* 교신저자: 서경대학교 미래융합대학 아트앤테크놀로지학과
· Corresponding Author: Dubeom Kim, whitelion@skuniv.ac.kr

Received April 30, 2025
Revised May 22, 2025
Accepted May 24, 2025
Published June 30, 2025

1. 서 론

21세기 들어 전 세계적으로 대규모 문화예술 행사가 활발히 이루어지면서, 공연장 안전에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 특히 야외에서 임시로 설치되는 '이동형 공연장'의 수요는 팬데믹 이후 더욱 증가하고 있으며, 축제, 콘서트, 지역 문화행사 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 이러한 이동형 공연장은 그 유동성과 비정형성으로 인해 정형화된 공연장보다 구조적 안전, 기상 변수, 군중 밀집 등 복합적인 위험에 노출되기 쉽다. 실제로 국내외에서 공연 중 발생한 군중 압사, 무대 붕괴, 조명 장비 낙하 등의 사고는 공연 산업의 발전에도 불구하고 여전히 안전에 대한 기술적, 제도적 준비가 부족함을 보여준다.

이에 따라 공연장 안전관리는 단순히 물리적 구조물의 점검을 넘어, 시공간적 변화에 유연하게 대응할 수 있는 지능형 시스템으로의 전환이 요구되고 있다. 기존의 안전관리 방식은 주로 작업자 중심의 점검 매뉴얼이나 CCTV 기반 관제에 의존하고 있으며, 실시간 대응이나 다중 변수 분석이 어려운 구조적 한계를 지닌다. 특히 이동형 공연장은 매회 설치되는 장소, 규모, 환경이 달라 고정형 안전 지침을 적용하기 어려운 측면이 있어, 상황 적응형이고 예측 가능한 안전관리 체계가 필수적이다.

이러한 배경 속에서 디지털 트윈(Digital Twin) 기술은 공연장 안전관리의 새로운 해결책으로 주목받고 있다. 디지털 트윈은 물리적 객체나 공간을 디지털 환경에서 실시간으로 복제하고, 그 상태를 시뮬레이션하여 예측 가능한 의사결정을 가능하게 하는 기술로, 스마트시티, 제조업, 건설, 물류 등 다양한 분야에서 이미 활용되고 있다. 예컨대 GE(General Electric)는 설비 유지보수를 위한 디지털 트윈을 개발해 산업 현장의 예지정비와 비용 절감을 실현하였고, 영국 런던은 'VU.CITY'를 통해 도시의 교통 흐름과 건축물 간섭을 시뮬레이션하고 있다.

공연 산업에서도 이러한 기술을 적용하여 구조물 안정성, 군중 밀집도, 기상 환경을 가상 공간에서 시뮬레이션하고, 운영 중 수집된 센서 데이터를 통합 분석해 실시간으로 위험 요소를 탐지할 수 있다면, 지금까지 인력에 의존하던 수동적 안전관리의 패러다임을 벗어나, 선제적 대응과 시나리오 기반 안전 정책 수립이 가능해질 것이다.

기존 연구에서는 군중 밀집 분석(Crowd Dynamics), 구조물 응력 해석(Structural Analysis), 기상 환경 시뮬레이션(Environmental Simulation) 등 개별 요소 기술에 대한 연구는 활발히 진행되어 왔다. Helbing et al.(2000)은 군중 행동 시뮬레이션 모델을 제시하며, 출구 병목현상과 압사 사고 예측 가능성을 탐색하였고, Yu & Johansson(2007)은 군중 간 상호작용 모델 기반의 압력 축적 시뮬레이션을 발전시켰다. 또한 FEM 기반의 공연장 구조물 분석은 축제 무대 설치 시 하중 계산 및 바람 강도에 따른 응력 예측 등에 활용되고 있다. 그러나 이들 연구는 개별 요소의 정밀 분석에는 기여했지만, 이동형 공연장처럼 복합 위험 요인이 동시다발적으로 작용하는 상황에서의 통합적 접근에는 미흡하다.

최근 몇몇 연구에서는 이러한 요소들을 통합적으로 다루기 위한 시도가 이루어지고 있다. 예컨대, 고정형 공연장을 대상으로 한 실내 디지털 트윈 구축(박철민 외, 2021), 군중 분석을 활용한 실시간 비상 대응 시스템(Chen et al., 2019), 스마트 시티 내 이벤트 안전관리 모델(Lee et al., 2022) 등이 있다. 그러나 이동형 공연장처럼 매번 다른 공간, 규모, 환경 변수에 따라 조정이 필요한 상황에 대한 적용 사례나 연구는 아직 제한적이다.

이러한 맥락에서 본 연구는 이동형 공연장의 특성과 위험 요소를 구조화하고, 이를 반영한 디지털 트윈 기반 시뮬레이션 프레임워크를 설계함으로써, 향후 다양한 형태의 공연장에서 반복적으로 활용 가능한 안전관리 모듈화 모델을 제시하고자 한다. 또한, 실시간 위험 요소 감지를 위해 멀티모달 센서 데이터(영상, 소리, 기상 등)를 융합 분석할 수 있는 시스템 구성 방안을 함께 탐색한다.

본 연구는 실증 결과나 완성된 솔루션을 제시하기보다는, 기술 구성의 개념적 틀과 요소별 설계 가이드를 중심으로 서술하며, 향후 이 분야에서 연구를 이어나갈 연구자들에게 초기 토대와 설계 프레임을 제공하는 데 중점을 둔다.

2. 관련 연구 및 기술 동향

2.1 디지털 트윈 기술의 개념과 확장

디지털 트윈(Digital Twin)은 물리적 시스템의 동적 변화를 실시간으로 가상 환경에 반영하여 분석·시뮬레이션할 수 있도록 설계된 고도화된 사이버-물리 시스템이다

[2]. 이 개념은 NASA가 우주선 모니터링을 위해 도입한 이후, 제조(Industry 4.0), 건설(BIM), 도시계획(Smart City), 국방, 물류 등 다양한 산업 분야로 확장되었다. 특히 산업 현장에서는 설비의 예지정비(Predictive Maintenance), 제품 설계 최적화, 공정 자동화에 활용되며 생산성과 안전성을 동시에 높이는 핵심 기술로 간주된다.

국제표준화기구 ISO는 디지털 트윈의 구조와 데이터 흐름, 운영 체계를 정의한 ISO 23247 시리즈를 통해 디지털 트윈 기술의 국제적 통용성을 제고하고 있다 [3]. 이 기술은 실시간 센싱 기반의 데이터 동기화, 정밀한 3D 시각화, 시뮬레이션 기반 예측, 양방향 피드백 제어 등의 특징을 가지며, 공연장이라는 동적이고 복합적인 환경에서도 안전관리 체계로서의 잠재력을 갖는다.

2.2 군중 시뮬레이션 및 행동 예측 기술

군중 시뮬레이션은 대규모 인원의 집단 행동을 예측하기 위한 연구 분야로, Helbing과 Molnár이 제안한 Social Force Model은 보행자 간의 상호작용, 병목 현상, 압력 축적 등을 수학적으로 설명하며 군중 밀집 사고의 예측 가능성을 보여주었다[1]. 이 모델은 구조물과 군중 간 간섭이 복합적으로 작용하는 공연장 환경의 위험 요소 예측에 이론적 기반을 제공한다.

최근에는 에이전트 기반 시뮬레이션(Agent-Based Modeling)과 강화학습(Deep Reinforcement Learning)을 결합한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 개별 관객의 반응 속도, 회피 반경, 심리적 특성 등을 변수로 설정해 보다 현실적인 군중 이동 예측이 가능해지고 있다. 이는 공연장 설계 시 군중 흐름의 병목 지점을 사전 시뮬레이션하거나, 긴급 대피 경로 설정에 활용될 수 있다.

2.3 구조물 안전 해석과 물리 기반 시뮬레이션

공연장 구조물(무대, 트러스, 조명 리그, 음향 타워 등)은 설치 장소, 지반 상태, 기상조건 등 외부 변수에 민감하게 반응한다. 박철민 외(2021)는 실내 공연장의 무대 구조 안전성을 평가하기 위한 디지털 트윈 기반 모델을 개발하여, 구조물의 하중 상태와 관객 밀집 상태를 시각화하고 시뮬레이션하는 방식을 제시하였다 [5].

도시형 이벤트 환경에서도 디지털 트윈 기반 군중 분석과 구조물 안정성 평가가 접목된 연구가 이뤄졌으며, Lee 외(2022)는 스마트 안전관리 시스템의 개념을 도심 이벤트에 적용해 군중 이동 예측과 시각화 기반 위험관리 방식을 제안하였다 [6]. 이처럼 기존 공연장의 고정형 구조를 넘어서 유동적이고 비정형적인 이동형 공연장에 대한 연구가 필요한 시점이다.

2.4 실시간 위험 감지를 위한 멀티모달 데이터 처리

공연장 환경에서는 단일 센서로 수집되는 데이터만으로는 위험 상황을 완전하게 감지하기 어렵다. 예를 들어, 군중 밀집도를 감지하기 위해 설치한 CCTV만으로는 화재 발생이나 구조물 진동을 인식할 수 없으며, 소음이나 날씨 등의 복합 조건을 고려하지 못한다. 이에 따라 최근에는 멀티모달(Multimodal) 데이터 처리 기반의 이상 상황 감지 기술이 주목받고 있다.

Chen 외(2019)는 영상, 음향, 환경 센서 데이터를 융합한 실시간 군중 밀집도 분석 시스템을 제안하며, 이벤트 공간에서의 위험 감지 정확도 향상을 입증하였다[4]. 공연장과 같은 고밀도 환경에서는 CCTV 영상만으로는 군중 압력이나 구조물 이상 진동을 감지하기 어려우며, 이에 따라 다중 센서 기반 멀티모달 분석 기술이 필수적이다.

이러한 시스템은 비명, 충돌음, 기울기 센서, 풍속, 온도 등의 데이터를 실시간 분석하여 복합 위험 점수를 산출하고, 임계치를 초과할 경우 경고를 발생시킬 수 있다. 향후 공연장 전용 경보 알고리즘 및 시나리오 추천 시스템의 정교화가 요구된다.

2.5 공연장 안전관리 연구의 기술적 과제와 방향

이처럼 개별 기술들은 높은 수준의 정밀도와 기능성을 보여주고 있지만, 이들을 공연장이라는 현실적이고 동적인 공간에 '통합적'으로 적용하는 데에는 여전히 많은 과제가 존재한다. 특히, 다음의 세 가지 요소는 향후 연구자들이 반드시 고려해야 할 기술적 난제로 지적된다.

1) 실시간성: 수천 명 이상의 관객 데이터를 처리하고, 구조물 및 기상 데이터를 동기화하며, 즉시 반응하는 체계가 되어야 한다.

2) 확장성: 공연장마다 구조와 환경 조건이 다르므로,

시스템은 다양한 형태의 공연장에 맞게 재설정 가능한 유연성을 갖추어야 한다.

3) 표준화 및 재사용성: 안전 매뉴얼, 구조물 설계, 관객 시뮬레이션 등 구성 요소가 모듈화되어야, 타 현장 적용 시 빠른 전환과 비용 절감이 가능하다.

3. 제안 방법

3.1 연구 개요 및 구성 전략

본 연구는 이동형 공연장의 설치, 운영, 철거 전 과정에서 발생할 수 있는 위험 요소를 디지털 트윈 시뮬레이션 환경에서 사전 예측하고, 실시간으로 이상 상황을 감지·대응할 수 있는 안전관리 플랫폼의 설계를 목적으로 한다. 이를 위해 공연장 구조물, 군중 이동, 기상 환경 등 다양한 요소를 통합 시뮬레이션하고, 멀티모달 센서 기반의 실시간 모니터링 시스템을 연계하는 하이브리드 안전관리 프레임워크를 제안한다.

전체 시스템은 크게 다음 세 가지 구성으로 나뉜다.

1) 디지털 트윈 기반 시뮬레이션 엔진 (오프라인 예측)

2) 멀티모달 위험 감지 시스템 (실시간 관제)

3) 사용자 대응 인터페이스 및 시나리오 시스템 (관리자용 대시보드)

각 구성 요소는 상호 연동되며, 사전 설계된 시나리오 및 실제 센서 데이터 기반으로 연속적으로 작동한다.

3.2 디지털 트윈 기반 시뮬레이션 설계

3.2.1 공연장 구조물 모델링 및 배치

- SketchUp 기반의 구조물 모델을 FBX로 변환한 뒤 Unreal Engine 환경에 불러오고, Nanite와 Chaos 시스템을 활용해 하중 반응을 시각화한다[7].
- 각 구조물은 메타데이터(중량, 재질, 설치방식 등)를 포함하며, 시뮬레이션에서 구조물의 부하, 바람 하중, 진동 전달을 반영한다.
- 구조물 하중, 바람 하중, 진동 전달 등을 FEM 방식으로 분석하고, 부하-응력 반응 시나리오를 시각화하여 사고 가능성을 사전 진단한다.

3.2.2 군중 이동 시뮬레이션

- 군중은 에이전트 기반 모델로 구성되며, 각 에이전트는 나이, 반응속도, 이동속도, 회피 반경 등 개별 특성을 가진다. 강화학습 기반 행동 모델을 ONNX 포맷으로 불러와 에이전트에 적용하며 [8], 병목 현상, 밀집도 변화, 비상 대피 행동 등을 시뮬레이션할 수 있도록 설계된다..
- 관객 밀집도는 실시간 시각화를 통해 분석되며, 특정 밀집 구간에서의 압력값, 대피 시간, 이동 지연 등을 정량적으로 도출할 수 있다.
- 강화학습 기반 행동 예측을 위해 ONNX 포맷의 신경망 모델을 연동하고, 학습된 행동 패턴에 따라 동적 시뮬레이션이 가능하도록 구성한다.

3.2.3 기상 및 환경 변수 적용

- 공연장에 연동된 기상 API(예: 기상청 OpenAPI)를 통해 강수량, 풍속, 기온 등의 데이터를 실시간 수집하여 시뮬레이션 환경에 반영한다.
- 바람에 의한 구조물 흔들림, 비로 인한 이동 속도 저하, 미끄러짐 발생 확률 등을 시나리오 변수로 반영하여, 복합 재해 상황을 구성한다.

3.3 실시간 멀티모달 위험 감지 시스템

3.3.1 데이터 수집 장치 및 구조

- 영상 데이터: CCTV 및 드론 기반 실시간 영상 스트림 확보
- 소리 데이터: 마이크 센서로 비명, 충돌음, 장비 이상음을 수집
- 환경 데이터: IoT 센서로 진동, 기울기, 풍속, 온습도, 미세먼지 등을 감지
- 공연 정보 데이터: 공연 장르, 출연 인원, 예상 관객 수, 타임테이블 등

3.3.1 이상 상황 감지 알고리즘

- LSTM 기반 시계열 분석 알고리즘으로 위험 신호 감지 (예: 진동 급증 → 구조물 불안정 경고)
- Vision Transformer 또는 YOLOv8 기반 영상 객체 감지로 군중 밀집 상태 실시간 분석

- 각 데이터의 조합을 통해 '복합 위험 점수'를 산출하고, 정해진 임계값을 초과하면 관리자에게 경보 발생

3.4 사용자 대응 인터페이스 설계

3.4.1 대시보드 기반 관리자 화면

- 전체 공연장 레이아웃 3D 시각화
- 실시간 위험 감지 로그 스트리밍
- 군중 밀집도, 구조물 상태, 기상 상황을 색상 기반 위험등급으로 표시

3.4.2 대응 시나리오 제시

- 군중 분산 유도, 장비 사용 제한, 음향/조명 중단, 구조물 해체 등 사전 정의된 매뉴얼 기반 자동 시나리오 생성
- 시나리오 선택 시 AR 인터페이스 기반 실시간 유도 가능 (예: LED 유도등, 음성 방송 연계)

3.5 연구의 한계와 향후 보완 방향

본 연구는 실증보다는 개념적 설계와 기술 구조 제시에 중점을 두고 있으며, 향후 실제 공연장에서의 테스트 및 정량적 데이터 확보가 필요하다. 또한, 에이전트 기반 모델의 정확도 향상을 위한 실측 군중 데이터 확보, 기상 반응 시뮬레이션의 현장 검증, 실시간 UI 반응 속도 개선 등도 중요한 후속 과제로 제시된다.

4. 논의

4.1 통합형 안전관리 시스템의 의의

본 연구에서 제안한 디지털 트윈 기반의 공연장 안전관리 시스템은 단순한 기술 융합을 넘어, 공연예술 산업 내 안전관리 체계의 패러다임 전환을 유도할 수 있는 통합적 플랫폼 모델이다. 지금까지 공연장 안전은 설계자와 현장 작업자의 경험과 판단, 그리고 수동적 매뉴얼에 의존해 운영되어 왔다. 하지만 공연의 대형화, 장비의 복잡화, 군중의 다양화, 기후 변화에 따른 불확실성이 확대됨에 따라, 이와 같은 주관적·수동적 방식만으로는 현대 공연장의 복합위험에 효과적으로 대응하기 어렵다.

제안된 시스템은 공연장이라는 동적인 물리적 공간을 정밀하게 복제한 가상 환경을 기반으로, 구조물·군중·환경의 상태를 실시간으로 분석하고 예측할 수 있도록 설계되었다. 이는 선제적 사고 예방, 긴급 상황의 실시간 대응, 재난 발생 후의 시나리오 재구성까지 모두 포괄할 수 있는 다층적 안전관리 체계를 의미한다.

4.2 기존 연구 및 시스템과의 차별성

기존의 관련 연구는 대부분 특정 기술 요소에 집중되어 있었으며, 구조물 응력 분석, 군중 행동 시뮬레이션, 기상 시뮬레이션, 영상 기반 관제 등으로 분절되어 있었다. 또한 공연장 안전 시스템이라 하더라도 대부분은 고정형 실내 공연장을 전제로 개발된 사례가 많으며, 이동형 공연장의 특수성을 반영한 기술적 대응은 거의 존재하지 않았다.

본 연구의 차별성은 다음과 같다:

- 전 주기 통합성: 공연의 설계-설치-운영-철거에 이르는 전체 과정을 안전 시나리오 내에 통합
- 멀티모달 실시간성: 영상·음향·센서 데이터를 동시 처리하여 다양한 이상 상황을 실시간 예측
- 시뮬레이션과 운영의 융합: 사전 위험 예측과 실시간 사고 대응이 하나의 시스템으로 연동

이러한 특성은 공연장뿐 아니라 스포츠 경기장, 야외 페스티벌, 도심 대규모 이벤트 등에도 확장 가능한 구조를 제공하며, 향후 디지털 기반 문화안전 정책 수립에도 기초 자료로 활용될 수 있다.

4.3 이동형 공연장의 기술적 특징과 시스템 적용상의 고려사항

이동형 공연장은 매회 공연 장소와 구조, 설치 조건이 달라지기 때문에, 안전관리 시스템은 다음의 기술적 유연성을 반드시 갖추어야 한다:

- 모듈화와 프리셋화: 무대 구조물, 장비, 인원, 기후 등 주요 요소를 프리셋으로 저장하고, 현장 상황에 따라 빠르게 조정 가능한 템플릿 시스템 필요
- 로우 리소스 대응성: 일부 공연은 네트워크나 전력 인프라가 제한적이므로, 엣지 컴퓨팅 기반의 경량화된 데이터 처리 방식을 채택해야 한다
- 현장 중심 UI/UX 설계: 관리자, 감독자, 안전요원 등

실제 운영자의 인지 부담을 줄이기 위한 직관적인 인터페이스 설계가 필수적이다

특히 공연장이 외부 업체에 의해 반복적으로 임시 조성되는 구조를 고려하면, 시스템의 설치 및 커스터마이징 편의성이 핵심 경쟁력이 된다.

4.4 연구의 한계와 윤리적 고려

본 연구는 프로토타입 개념 설계 수준에서 수행되었으며, 실제 공연장에서의 반복 실증이나 정량적 검증이 포함되지 않았다. 향후 연구에서는 다양한 규모와 장르의 공연 사례를 통해 시스템의 성능, 반응 속도, 오경보율, 사용자 만족도 등을 측정하는 후속 연구가 필요하다.

또한 멀티모달 데이터 수집 과정에서 관객의 생체 정보, 행동 정보, 음성 정보 등이 포함될 수 있으므로, 개인정보 보호 및 윤리적 데이터 수집 방안 마련이 필수적이다. GDPR이나 국내의 개인정보보호법에 저촉되지 않도록, AI 감지 시스템은 비식별화, 최소 수집, 비가역 익명화 등의 조치를 전제해야 한다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 이동형 공연장이라는 특수한 문화공간에서 발생 가능한 복합적인 위험 요소를 통합적으로 관리하기 위한 새로운 기술적 접근으로서, 디지털 트윈 기반 시뮬레이션 시스템과 실시간 멀티모달 위험 감지 체계를 결합한 안전관리 플랫폼 설계를 제안하였다. 기존의 공연장 안전관리 방식이 주로 수동적인 점검과 CCTV 관제에 의존해 온 것과 달리, 본 연구는 구조물 안정성, 군중 이동 시나리오, 기상 환경 등을 통합적으로 시뮬레이션하고, 공연 중 실시간으로 수집되는 다양한 데이터를 바탕으로 위험 요소를 조기 탐지하는 예측형 대응 체계를 구축하는 데 초점을 두었다.

이러한 접근은 공연의 설계-설치-운영-철거에 이르는 전 과정을 포괄하며, 실제 공연장 환경에 가까운 가상 시뮬레이션을 통해 사전 위험을 분석하고, 실시간 데이터를 연계해 운영 중 이상 상황에 대응할 수 있도록 한다. 특히, 군중 시뮬레이션, 구조물 하중 분석, 기상 변수 적용, 영상/음향 기반 AI 감지 등 여러 이질적 기술을 단일 시스템 내에서 연동함으로써, 기존 연구에서 다루지 못했던 현장 기반 통합안전관리 시스템의 가능성을 실증적으로 검토한 데에 큰 의의가 있다.

연구의 결과는 단지 기술적 설계에 그치지 않고, 향후 공연장뿐 아니라 스포츠 경기장, 대규모 축제, 도심 집회 등 다양한 다중 밀집 공간에 응용될 수 있는 범용적 모델로서의 확장성을 내포한다. 이는 향후 문화기술 산업의 스마트화뿐 아니라, 재난안전 분야에서의 실시간 예측 시스템 개발에도 기여할 수 있을 것이다. 또한, 이러한 기술이 공연 산업 전반의 안전 신뢰도를 제고하고 관객 경험의 질을 높이는 데 실질적인 기여를 할 수 있다는 점에서, 산업적·사회적 파급 효과 또한 주목할 만하다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 설계 프레임 중심의 개념 제시에 머무르며, 실시간 연산 성능, 현장 적용성, 사용자 인터페이스에 대한 정량적 검증은 수행하지 못한 한계를 지닌다. 따라서 후속 연구에서는 실제 이동형 공연장 현장에서의 반복 실증 실험을 통해 시스템의 반응 속도, 경보 정확도, 사용 편의성 등을 정량화하고, 다양한 공연 장르 및 환경에 맞춘 사용자 맞춤형 인터페이스 고도화가 요구된다.

특히 향후 연구에서는 관객 에이전트의 행동 모델을 강화학습 기반으로 고도화하고, 위험 상황 발생 시 자동으로 반응하는 디지털 시나리오 엔진, 그리고 AR 기반 훈련 시스템으로 확장하여 공연 종사자의 안전 대응 교육까지 포괄하는 융합형 플랫폼으로의 진화를 꾀할 수 있을 것이다. 또한 관련 법·제도와의 연계, 표준화 지침 개발, 공공기관 및 지자체의 문화행사와의 연동 등을 통해 정책적 차원의 확산 전략도 병행되어야 할 것이다.

궁극적으로 본 연구는 이동형 공연장을 단순한 임시 무대로 보는 것이 아니라, 고도화된 기술 기반의 가변적 문화 플랫폼으로 재정의하는 작업의 일환이다. 공연의 예술성과 기술적 안전성이 함께 구현될 수 있도록, 본 연구가 실무 현장과 학계 모두에 실질적인 기초자료로 활용되기를 기대한다.

참고문헌(Reference)

[1] D. Helbing and P. Molnár, “Social force model for pedestrian dynamics,” Physical Review E,

vol. 51, no. 5, pp. 4282-4286, 1995.
[2] B. Yu and A. Johansson, “Modeling crowd turbulence by many-particle simulations,” Physical Review E, vol. 76, no. 4, p. 046105, 2007.
[3] J. Glaessgen and D. Stargel, “The digital twin paradigm for future NASA and U.S. Air Force vehicles,” in 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference, 2012.
[4] Y. Chen et al., “A multi-sensor based real-time crowd monitoring and management system,” in Proc. IEEE Int. Conf. Pervasive Computing and Communications, 2019, pp. 1-8.
[5] ISO 23247-1:2021, Automation systems and integration — Digital Twin framework for manufacturing — Part 1: Overview and general principles, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
[6] S. Park et al., “Development of digital twin model for indoor performance space safety analysis,” Journal of Korea Multimedia Society, vol. 24, no. 7, pp. 1187-1197, 2021. (In Korean)
[7] H. Lee, J. Park, and M. Song, “A study on smart safety management using digital twin in urban events,” Journal of the Korean Society of Safety, vol. 37, no. 4, pp. 23-31, 2022. (In Korean)
[8] ONNX: Open Neural Network Exchange, https://onnx.ai/, Accessed May 2025.

저 자 약 력

김 두 범 (Dubeom Kim)



· 2005년 3월 상명대학교 학사
· 2007년 8월 중앙대학교 예술공학전공 석사
· 2020년 8월 중앙대학교 예술공학전공 박사

e-mail : whitelion@skuniv.ac.kr
관심분야 : 가상현실, 디지털 콘텐츠

https://doi.or.kr/10.23283/JKCT.2025.2.1.05
Journal of the Korea Convergence Technology, Vol 2, No, 1, pp.27-35, June. 6, 2025, ISSN 3058-3152

실감형 테마파크 구축 및 운영의 효율성 향상을 위한 원격 제어 관리 시스템 개발

김정후*, 이재운***

Development of a Remote Control Management System for Enhancing the Efficiency of Construction and Operation of Immersive Theme Parks

Junghu Kim*, Jaewoon Lee**

요 약

(주)닷밀에서는 실감형 테마파크 구축 및 운영 경험을 바탕으로 실감 콘텐츠의 통합 관리의 어려움과 다양한 지역에 구축되어 있는 테마파크의 운영 및 유지보수에서 발생되는 경제적 손실의 문제점을 확인할 수 있었다. 이에 본 논문에서는 실감형 테마파크에서 운영되는 다양한 유형의 콘텐츠와 하드웨어를 효율적으로 통합 제어할 수 있는 원격 제어 관리 시스템을 제안한다. 이 시스템은 이종 포맷의 콘텐츠와 하드웨어를 안정적으로 관리·제어하며, 웹 애플리케이션 기반의 중앙집중화된 환경에서 여러 장소의 테마파크 시스템을 원격으로 모니터링하고 제어할 수 있다. 제안하는 시스템을 통해 실감형 테마파크의 운영 및 관리의 효율성과 편의성을 향상 시킬 수 있을 뿐만 아니라 유지보수에서 발생되는 비용과 시간을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

☞ **주제어** : 실감형 테마파크, 실감 콘텐츠, 원격 제어 관리, 원격 모니터링, 미들웨어

Abstract

Based on its experience in building and operating immersive theme parks, we identified challenges in the integrated management of immersive content, as well as economic losses arising from the operation and maintenance of theme parks distributed across various regions. Therefore, in this paper proposes a remote control management system capable of efficiently integrating and controlling various types of content and hardware operated in immersive theme parks. The proposed system ensures stable management and control of various content formats and hardware, enabling centralized remote monitoring and control for multiple theme park via a web application-based environment. This system is expected to improve the efficiency and convenience of operating and managing immersive theme parks, and reduce the costs and time associated with maintenance.

☞ **Keywords** : immersive theme park, immersive content, remote control managerment, remote monitoring, middle ware

☆ 이 논문은 2024년도 정부(중소벤처기업부)의 재원으로 중소기업기술정보진흥원-중소기업기술혁신개발사업-2022년도 투자형R&D (스케일업 팁스)사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2022-TI016663)

* 1저자: 주식회사 닷밀 기업부설연구소

** 교신저자: 주식회사 닷밀 기업부설연구소
・Corresponding Author: Jaewoon Lee, jwlee@dot-mill.com

Received January 28, 2025 Revised February 26, 2025
Accepted March 14, 2025 Published June 30, 2025

1. 서 론

실감 콘텐츠 기술의 발전에 따라 현재 전 세계적으로 실감 엔터테인먼트 산업은 급속한 성장세를 보이고 있다. 특히 디지털 콘텐츠 중에서도 가장 높은 시장 성장률이 기대되는 실감 엔터테인먼트 산업은 미래 고성장 분야라 전망되고 있다[1]. 이러한 시장 성장의 배경에는 소비자들의 새로운 유형의 여가 및 문화 소비 아이템을 요구하고 있는 현상에 기인하는 것으로 예상되고 있다[2,3]. 이에 따라 국내외적으로 대규모 공간을 활용한 몰입형 엔터테인먼트 콘텐츠 기반의 실감형 테마파크와 전시 콘텐츠가 주목받고 있으며 이에 대한 수요도 지속적으로 증가하고 있다[4,5]. 이에 맞추어 의미 있는 실감형 테마파크 및 전시 콘텐츠의 구축 사례가 증가하는 추세이다.

(주)닷밀에서는 최근 다수의 실감형 테마파크 및 전시 공간을 구축하여 운영하고 있으며 이 과정에서 다음의 두 가지 주요한 기술적 이슈를 도출할 수 있었다[6].

첫째, 테마파크나 전시 공간을 구축하는 데 사용되는 하드웨어와 소프트웨어 그리고 콘텐츠의 종류가 매우 다양하다는 점이다. 실감 콘텐츠는 다양한 미디어 기술을 기반으로 하는 융합형 기술이다. 여기에 사용되는 다양한 하드웨어와 소프트웨어, 콘텐츠는 대규모 공간에서 물리적, 논리적으로 분리되어 있어 이를 통합적으로 제어하고 관리하는 것을 어렵게 한다. 이는 테마파크를 구축하거나 운영하는 측면에서 관리 및 운영 효율성을 저해하는 핵심 요소로 작용되고 있다. 둘째, 테마파크 및 전시 공간이 전국 여러 지역뿐만 아니라 심지어는 해외까지 지리적으로 분산되어 구축되고 있다는 점이다. 이는 테마파크나 전시를 운영하는 데 있어 발생할 수 있는 다양한 기술적 이슈나 운영 문제에 대해 신속한 대응을 어렵게 만드는 문제를 야기하고 있다.

본 논문에서는 이러한 잠재적 문제들을 해결하기 위한 방안으로 다수의 그리고 다양한 유형의 콘텐츠, 하드웨어를 효율적으로 통합 운용할 수 있는 원격 제어 관리 시스템을 제안하고자 한다. 이 시스템은 실감형 테마파크에 적용된 이종 포맷의 콘텐츠와 하드웨어의 안정적인 통합 제어 및 관리를 가능하게 하고 또한 웹 애플리케이션을 통해 여러 장소에서 운영 중인 테마파크 시스템의 작동 상황을 원격의 중앙집중화된 환경에서 제어하고 모니터링할 수 있다. 제안하는 시스템은 실감 테마파크의 운영 효율성과 관리 편의성을 향상시킬 수 있는 통합 솔루션을 제공함으로써 콘텐츠와 하드웨어 관리 및 유지보수의 효율성을 제공하여 불필요한 자원 낭비를 줄이고 비용 절감 효과를 기대할 수 있다.

2. 관련 기술 동향

실감 콘텐츠의 운영과 관리를 위해서는 다양한 콘텐츠와 하드웨어를 통합으로 제어할 수 있는 시스템을 구축할 수 있는 소프트웨어 솔루션이 필수적이다. 이러한 솔루션들은 콘텐츠 및 하드웨어의 제어와 실시간 모니터링, 유지보수 지원 등의 기능을 포함하고 있어야 한다. 또한, 사용자가 다양한 종류의 콘텐츠와 이기종 하드웨어에 손쉽게 접근할 수 있도록 높은 호환성을 제공할 수 있어야 한다.

대표적인 실감 콘텐츠 운영 소프트웨어 WATCHOUT, Disguise, Medialon Manager, Show Control, TouchDesigner 등이 있다. WATCHOUT은 실감 콘텐츠 연출을 위하여 복수의 디스플레이와 다양한 콘텐츠 소스를 동기화하고 제어할 수 있으며 타임라인 기반 편집, 고급 프로젝션 매핑, 에지 블렌딩, 3D 매핑 등의 기능을 포함하고있다[7]. Medialon Manager는 다양한 하드웨어와 시스템을 직관적이으로 통합 제어할 수 있는 쇼 컨트롤 소프트웨어입로써 그래픽 기반 프로그래밍, 다양한 네트워크 프로토콜 지원, 커스텀 UI 등을 활용하여 공연, 전시 분야에서 활용되고 있다[8]. 노드 기반의 직관적인 비주얼 프로그래밍 환경을 제공하는 TouchDesigner는 미디어 아트, 인터랙티브 아트, 데이터 시각화, 프로젝션 매핑 등 다양한 작업을 지원하는 소프트웨어로 Python, Arduino 등과 연동하여 확장성이 높고 실시간 반응성과 시각적 표현력이 뛰어나 미디어 아트 분야에서 폭넓게 사용되고 있는 소프트웨어이다[9]. 이 소프트웨어들은 신속하고 직관적인 Task 관리, 다양한 콘텐츠 및 무대장치, 조명 장치 등의 관리가 가능하다는 장점을 갖고 있다. 하지만 하드웨어 모델이나 운영체제에 의존적이며 원격 관리 기능에 대한 지원도 미비한 실정이다. 국내 사례로는 KaiCast가 있으며 웹을 통한 콘텐츠의 스케줄링 등 원격 관리 기능을 제공하지만, 실감 콘텐츠 구현을 위한 다양한 하드웨어에 대한 제어 및 관리 기능은 지원하지 않고 있다.

3. 제안하는 시스템

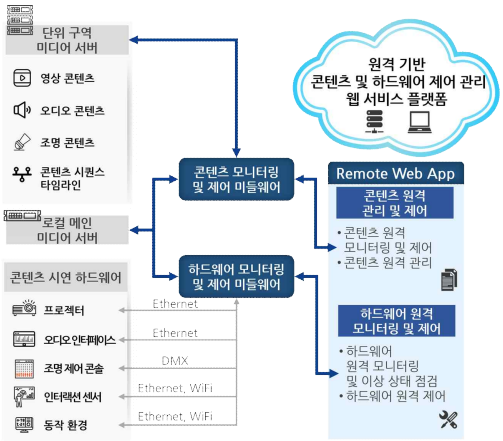


Figure 1. Configuration of the proposed system

Figure 1.은 본 논문에서 제안하는 원격 제어 관리 시스템의 구성도이다. 이 시스템은 콘텐츠와 하드웨어의 원격 관리 및 제어로 안정적인 콘텐츠 관리 및 시연 환경을 제공함으로써 효율적인 실감형 테마파크의 구축 및 운영을 목표로 한다.

이 시스템은 크게 실감형 테마파크 내 콘텐츠 원격 관리 및 제어를 위한 시스템 및 하드웨어 원격 모니터링 및 제어 시스템과 위 두 시스템을 활용하여 원격에서 관리할 수 있는 원격 기반 웹 서비스 플랫폼으로 구성되어 있다. 각 시스템과 웹 서비스 플랫폼 간에는 미들웨어(middleware)를 통하여 입출력 데이터 및 신호를 송수신한다.

3.1. 미들웨어

제안하는 시스템의 핵심은 테마파크 내 다양한 콘텐츠와 이를 시연하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어의 입출력 데이터와 신호를 원활하게 송수신할 수 있는 미들웨어에 있다. 미들웨어의 도입 목적은 각 데이터와 신호의 송수신 경로를 격리하여 시스템 내 구성 요소 간의 상호 의존성을 줄이고 모듈화 시키는 데 있다. 이를 통해 서로 다른 포맷의 콘텐츠와 다양한 하드웨어 장치들이 미들웨어 API를 통하여 연결할 수 있다. 이는 테마파크 시스템 구축 시 하드웨어의 종류, 모델, 통신 프로토콜, 명령어 등에 구애받지 않고 손쉽게 제어 및 모니터링이 가능하다. 또한, 테마파크 운영 중 새로운 콘텐츠나 하드웨어를 추가할 때도 높은 확장성을 제공한다.

더불어, 미들웨어를 중심으로 미디어 서버 시스템과 웹 기반 애플리케이션이 연동되어 원격지에서도 테마파크 현장에 설치된 미디어 서버, 하드웨어, 콘텐츠의 상태를 실시간으로 모니터링하고 제어할 수 있다. 이로 인해 사용자는 현장에 직접 방문하지 않고도 긴급한 상황에 신속하게 대응하거나 콘텐츠 업데이트 등 유지보수 작업을 원격에서 효율적으로 수행할 수 있다.

3.2. 콘텐츠 원격 제어 및 모니터링 시스템

3.2.1. 콘텐츠 원격 제어 및 모니터링 미들웨어

콘텐츠의 원격 제어와 모니터링을 위한 미들웨어는 크게 세 가지 주요 구성 요소로 이루어진다.

첫 번째는 대용량 콘텐츠 데이터의 동기화를 담당하는 모듈로 비디오와 오디오 등 대용량의 콘텐츠 파일을 클라우드 스토리지와 연동하여 항상 최신 상태로 유지하며, 현장에 설치된 미디어 서버와 동기화를 수행한다. 이 모듈을 통해 시스템 장애 시 데이터 손실을 방지하고 콘텐츠의 교체나 업데이트, 복구 작업도 신속하게 처리할 수 있다.

두 번째는 콘텐츠의 상태를 실시간으로 점검하고 제어하는 입출력 모듈이다. 이 모듈은 테마파크 내에서 운영되는 비디오, 오디오, 그리고 타임라인 기반 큐 테이블 등 다양한 콘텐츠의 동작 상태를 모니터링 한다. 또한, 콘텐츠의 등록, 교체, 삭제 등 다양한 관리 기능을 제공하여 운영의 편의성을 제공한다.

마지막으로 웹 애플리케이션과의 연동을 위한 API가 제공되어, 대용량 데이터 동기화와 콘텐츠 제어 및 모니터

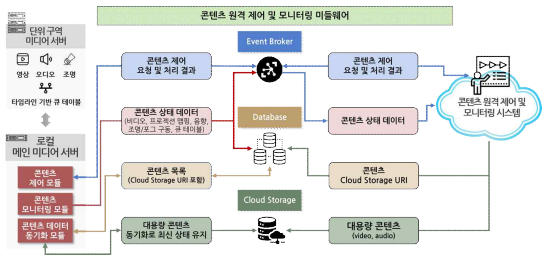


Figure 2. Operational structure of remote content control and monitoring using middleware>

링 기능을 웹 환경에서도 손쉽게 사용할 수 있도록 지원한다. Figure 2.는 이러한 콘텐츠 원격 제어 및 모니터링 미들웨어의 전체 구조를 도식화한 것이다.

3.2.2. 대용량 콘텐츠 원격 동기화 모듈

콘텐츠 원격 관리를 위한 대용량 콘텐츠 동기화 모듈은 비디오, 오디오 등과 같은 대용량 바이너리 데이터를 안정적으로 최신 상태로 유지하기 위해 Amazon S3와 같은 온라인 스토리지를 활용하여 개발되었다.

Figure 3.은 대용량 콘텐츠 원격 동기화 모듈의 구조 및 동작 과정을 보여주고 있다. 사용자가 웹 서비스 플랫폼의 프론트 엔드를 이용하여 특정 테마파크에 새로운 콘텐츠 파일을 업로드 한다. 파일 업로드가 완료되면 콘텐츠 저장소 마이크로서비스는 업로드 완료 이벤트를 발행하여 콘텐츠 저장 경로와 다운로드 URI를 미들웨어에 전달한다. 웹 기반 플랫폼과 미들웨어 간 이벤트 송수신은 이벤트 브로커 기반 서비스인 Apache Kafka를 이용하여 개발하였다. 콘텐츠 업로드 이벤트를 수신한 미들웨어는 지정한 경로 및 다운로드 URI를 활용하여 지정된 로컬 메인 미디어 서버의 경로에 다운로드하여 저장한다. 이후 미들웨어는 파일 저장이 성공적으로 완료되었음을 알리는 이벤트를 발행하고, 웹 서비스 플랫폼의 쿼리 마이크로서비스가 이를 수신하여 데이터 변경 사항을 전단부에 반영한다. 관리자는 프론트 엔드를 통해 콘텐츠 파일의 업로드 및 동기화 상태를 실시간으로 확인할 수 있다.

이와 같은 일련의 과정은 대용량 콘텐츠의 안정적인 동기화로 효율적인 원격 관리를 가능하게 하며, 테마파크 현장의 콘텐츠 운영 신뢰성과 관리 편의성을 크게 향상 시킬 수 있다.

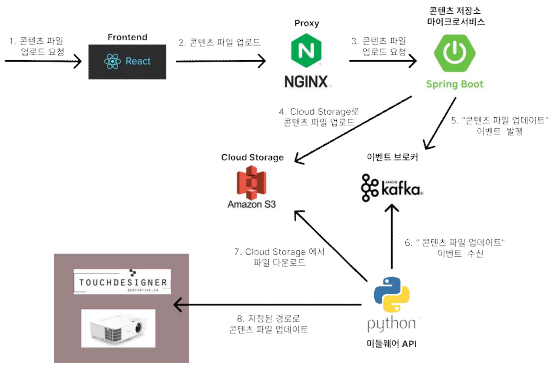


Figure 3. Content synchronization using the large-size content synchronization module

3.2.3. 콘텐츠 제어 및 모니터링 데이터 입출력 모듈

콘텐츠의 모니터링 정보 및 제어를 위한 데이터는 테마파크 내에서 운용되는 다양한 콘텐츠의 특성을 반영하여 세 가지 타입으로 정의하였다.

- 파일 타입 콘텐츠: 비디오와 오디오 등 미디어 서버에 저장되어 있는 콘텐츠
- 디바이스 타입 콘텐츠: 조명 씬이나 특수 효과(FX)와 같이 하드웨어 장치에 의해 제어되는 콘텐츠
- 컨테이너 타입 콘텐츠: 두 개 이상의 콘텐츠가 하나의 큐에 의해 제어되는 경우를 위해 설계된 자료구조로 여러 콘텐츠 정보를 함께 저장할 수 있도록 정의

이러한 다양한 콘텐츠 타입의 정보를 유연하게 저장하고 활용할 수 있도록 각 콘텐츠 타입의 특성을 반영한 프로필을 별도로 정의하였다. 콘텐츠 프로필은 프로그래밍 언어나 플랫폼에 독립적으로 설계되어, 이종 시스템 간 객체 교환이 용이하며, 다양한 시스템 환경에서 높은 호환성을 제공할 수 있는 JSON(JavaScript Object Notation) 포맷을 채택하여 설계되었다(Table 1., Table 2.).

Table 1. Definition of the JSON format for profiles of file and device-type content

속성(property)	type	설 명
content_type	string	콘텐츠의 종류, Enum String
content_id	string	콘텐츠 ID, 고유 식별자
exhibition_zone_id	string	콘텐츠가 할당된 전시구역 ID
content_name	string	콘텐츠 이름
filename	string	콘텐츠의 파일명
storage_instance_id	string	파일이 저장된 미디어 서버의 Instance ID
target_instance_id	string	콘텐츠 제어를 위해 지정된 하드웨어 Instance ID,

Table 2. Definition of the JSON format for profiles of container-type content

속성(property)	type	설 명
content_type	string	콘텐츠의 종류, Enum String
content_id	string	콘텐츠 ID, 고유 식별자
exhibition_zone_id	string	콘텐츠가 할당된 전시구역 ID
control_instance_id	string	컨테이너를 제어하는 미디어 서버의 Instance ID
content_name	string	콘텐츠 이름
container_list	array of string	컨테이너를 구성하는 콘텐츠의 ID 리스트

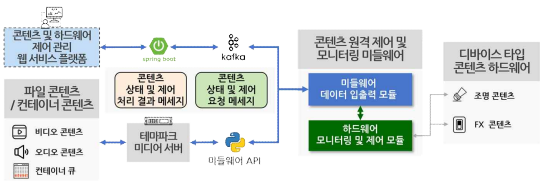


Figure 4. Command processing structure of the middleware for content monitoring and control

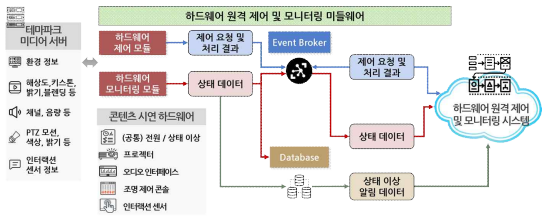


Figure 5. Operation structure of the middleware for hardware monitoring and control

콘텐츠 모니터링 및 제어에 대한 명령 처리는 Figure 4.와 같이 수행된다. 테마파크 로컬 메인 미디어 서버 또는 웹 기반 플랫폼으로부터 요청되는 콘텐츠 모니터링 및 제어 명령은 콘텐츠 원격 제어 및 모니터링 미들웨어로 전달된다. 미들웨어에 전달된 명령어 및 파라미터는 콘텐츠가 저장되어 있거나 콘텐츠를 제어해야 하는 미디어 서버 또는 하드웨어에 전달하여 명령어를 수행한다. 명령어 수행 결과는 다시 미들웨어를 통하여 로컬 메인 미디어 서버와 클라우드 기반 테마파크 콘텐츠 통합 관리 솔루션으로 전달하여 최신화를 유지한다.

3.3. 하드웨어 원격 제어 및 모니터링 시스템

3.3.1. 하드웨어 원격 제어 및 모니터링 미들웨어

하드웨어 원격 제어 및 모니터링 미들웨어는 하드웨어 모니터링 및 제어를 위한 데이터 정의와 데이터 입출력 모듈이 포함된다. Figure 5.는 하드웨어 원격 제어 및 모니터링 미들웨어의 구조를 보여준다.

테마파크에서 실감 콘텐츠를 운용하기 위해 활용되는 하드웨어에는 프로젝터, 조명, 오디오 인터페이스 등 다양한 장치가 있으며, 콘텐츠의 기획 내용에 따라 여러 종류의 센서와 액추에이터가 추가로 사용되기도 한다. 이러한 하드웨어는 동일한 유형이라 하더라도 제조사나 모델에 따라 지원하는 통신 프로토콜과 제어 명령어가 다를 수 있다. 따라서 확장성을 보장하며 표준화된 하드웨어 명령어 프로필의 정의가 필요하다. 이 하드웨어 프로필에는 장치의 종류, 제어 및 모니터링에 필요한 표준화된 명령어와 이를 수행하기 위한 하드웨어 모델별 RAW 명령어의 집합 등이 포함된다. Table 3.과 Table 4.는 하드웨어 표준 명령어 세트 정의의 예로 프로젝터의 구동 환경 모니터링을 위한 프로젝터 하우징의 명령어 세트와 값에 대한 정의 내용이다.

현장에 설치된 미디어 서버와 각종 하드웨어의 상태를 실시간으로 모니터링과 제어는 하드웨어 데이터 입출력 모듈이 담당한다. 이 모듈은 사전에 정의된 하드웨어 프로필을 기반으로 테마파크 내 각 장치의 정보를 조회하고 미들웨어와 연동하여 표준화된 메시지 포맷을 통해 미디어 서버와의 통신을 수행한다. 하드웨어를 위한 미들웨어 역시 콘텐츠 미들웨어와 동일하게 웹 애플리케이션 간 연동을 위한 API도 함께 제공된다.

3.3.2. 미디어 서버의 모니터링 및 제어

실감 테마파크 내 각 전시 구역에는 콘텐츠 시연을 위한 미디어 서버가 배치된다. 이 미디어 서버는 일반적으로 로컬 네트워크를 통해 중앙 제어 시스템과 연결된다. 미디

Table 3. Definition of standard commands for monitoring the operating environment of hardware

command_name (표준 명령어)	설 명	RAW command
power	전원 상태 정보 명령어	하드웨어 모델별 상이
temperature	프로젝터 함체 온도	
humidity	프로젝터 함체 습도	
cooling	냉간팬 동작 상태	
heating	히터 동작 상태	
operation_mode	냉각팬 및 히터 동작 모드	

Table 4. Definition of parameters for standard commands to monitor the operating environment of hardware

command_name (표준 명령어)	value_type	값(value) 예시
power	name_to_value	["off", "on"]
temperature	absolute_value	24
humidity	absolute_value	45
cooling	name_to_value	["off", "on"]
heating	name_to_value	["off", "on"]
operation_mode	name_to_value	["auto","manual"]

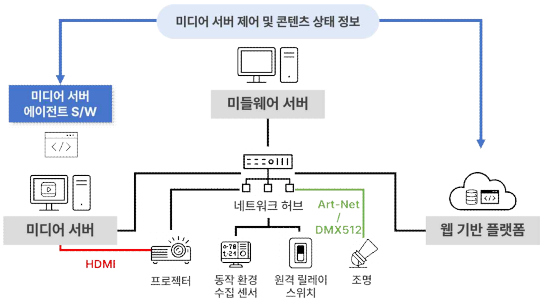


Figure 6. Operational structure of agent software for management of the media server

어 서버는 WOL(wake on LAN) 기능을 활용하거나 운영 체제의 시스템 종료 명령을 전달하는 방식으로 주로 전원 상태 정도를 관리하고 있다. 그러나 이러한 방식은 제조사에서 제공하는 다양한 명령어를 사용할 수 있는 다른 콘텐츠 시연 하드웨어에 비해 단순한 전원 제어나 시스템 종료에 국한되어 있어, 실시간 모니터링 및 세부적인 제어에는 한계가 존재한다.

따라서, Figure 6.과 같이 원격 환경에서 미들웨어를 통해 각 미디어 서버의 상태를 보다 정밀하게 모니터링하고 다양한 제어 명령을 수행할 수 있도록 별도의 미디어 서버 에이전트 프로그램과 이를 지원하는 통신 프로토콜의 도입이 필요하다. 이러한 에이전트 프로그램은 미디어 서버의 전원 관리뿐만 아니라, 서버 상태 점검, 미디어 서버와 연결된 하드웨어 및 콘텐츠의 제어, 로그 수집 등 다양한 기능을 사용할 수 있는 명령어를 지원할 수 있다.

3.3.3. 하드웨어 제어 및 모니터링 데이터 입출력 모듈

하드웨어 원격 데이터 입출력 모듈은 최초 개별 하드웨어 연결을 위한 초기화 과정이 이루어진다. 먼저, 콘텐츠 시연에 사용되는 각 하드웨어의 프로필을 테마파크 프로필로부터 불러온다. 각 하드웨어의 제조사와 모델 정보를 바탕으로 사전에 정의된 명령어 세트 프로필을 참조하여 해당 하드웨어에 대한 객체를 생성한다. 생성된 하드웨어별 객체는 저장된 연결 정보를 활용해 실제 하드웨어와의 연결을 시도하며, 연결이 성공적으로 이루어지면 모니터링 명령어 세트를 이용해 현재 하드웨어의 상태 정보를 초기화한다.

미들웨어를 이용한 하드웨어의 모니터링 및 제어 명령 처리 과정은 Figure 7.의 구조로 동작한다. 로컬 미디어

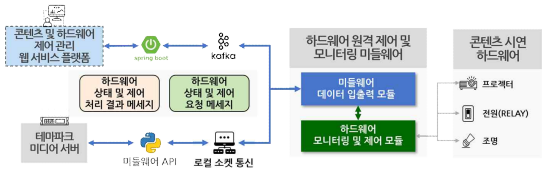


Figure 7. Command processing structure of the middleware for hardware monitoring and control

서버 또는 웹 기반 플랫폼으로부터 하드웨어의 모니터링 및 제어를 위한 명령이 요청되면, 해당 명령은 콘텐츠 시연 하드웨어 원격 제어 및 모니터링 데이터 입출력 미들웨어로 전달된다. 미들웨어는 전달받은 명령어와 파라미터를 하드웨어 모니터링 및 제어 모듈에 전달하여 실제 해당 하드웨어에 명령을 수행한다. 이후 하드웨어로부터 반환된 실행 결과는 다시 미들웨어를 통해 미디어 서버 또는 웹 기반 플랫폼으로 전달된다.

4. 개발 결과

4.1. 콘텐츠 원격 제어 및 모니터링 시스템 개발 결과

4.1.1. 대용량 콘텐츠 원격 동기화 모듈

프론트 엔드에서 새로운 콘텐츠 파일을 업로드 시 백엔드 마이크로서비스는 해당 콘텐츠 파일을 클라우드 저장소인 S3에 업로드 후 콘텐츠 정보를 포함한 메시지를 'content-file_sync_request' 토픽으로 발행한다. 이를 수신한 미들웨어는 해당 콘텐츠가 동기화될 미디어 서버 에이전트 프로그램에 콘텐츠 동기화를 요청한다. 미디어 서버 에이전트 프로그램은 지정한 경로로 콘텐츠 파일을 다운로드 받고 동기화 결과를 미들웨어에 전송한다. 미들웨어는 콘텐츠 동기화 요청 결과 응답을 위한 메시지로 'content-file_sync-response' 토픽을 발행하여 백 엔드 마이크로서비스로 전달한다.

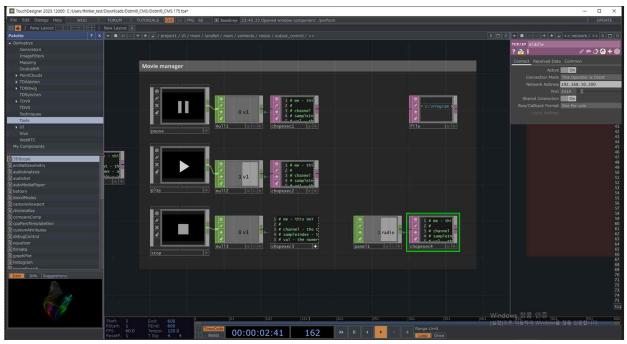
Figure 8.은 프론트 엔드에서 업로드한 4개의 콘텐츠 파일에 대하여 미들웨어가 이를 수신하고 미디어 서버에 동기화까지 성공했을 때의 로그를 보여주고 있다.

4.1.2. 콘텐츠 원격 제어 및 모니터링 미들웨어

Figure 9.는 본 연구개발을 통하여 개발된 콘텐츠 원격 제어 및 모니터링 데이터 입출력 미들웨어의 API를 이용하여 미디어 서버에 설치되어 콘텐츠와 하드웨어를 관리



Figure 8. Log of middleware about successful synchronization for four uploaded content files on the front-end page



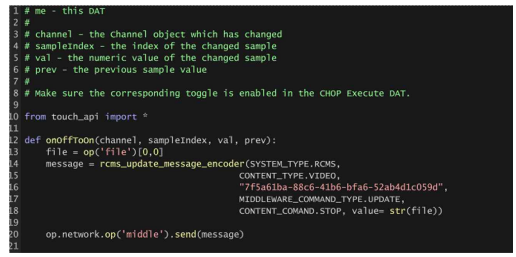


Figure 9. Transmission of control information for content from 'TouchDesigner' on the media server to the middleware using the API

하는 소프트웨어인 'TouchDesigner' 에 적용한 결과이다. 기존에는 각 콘텐츠에 대한 제어 정보를 미디어 서버에서만 확인이 가능하였다. 하지만 미들웨어 API를 이용, 콘텐츠에 대한 제어 정보를 미들웨어로 전송함으로써 원격에서도 콘텐츠에 대한 제어 및 모니터링이 가능하다.

4.2. 하드웨어 원격 제어 및 모니터링 시스템 개발 결과

4.2.1. 미디어 서버 에이전트

Figure 10.은 미디어 서버 모니터링 및 제어를 위해 개발된 미디어 서버 에이전트의 동작 및 설정화면이다. 이 에이전트는 개별 미디어 서버에서 백그라운드로 실행되어 서버의 전원, 리소스 사용량, 콘텐츠 재생 상태를 모니터링할 수 있게 해준다. 또한, 미들웨어로부터 전달받는 미디어 서버의 전원, 콘텐츠의 재생, 콘텐츠의 동기화와 관련된 제어 명령을 처리한다.

4.2.2. 하드웨어 원격 제어 및 모니터링 미들웨어

Figure 11.은 하드웨어 원격 데이터 입출력 모듈을 통해 프로젝터 하드웨어를 초기화하는 과정의 로그이다. 해당 프로젝터 모델(xtrmVISION EL-LD1000U)의 명령어 프로필과 접속 정보를 불러와 연결을 시도하고, 연결 완료 후 하드웨어의 상태 정보 업데이트까지 일련의 과정을 보

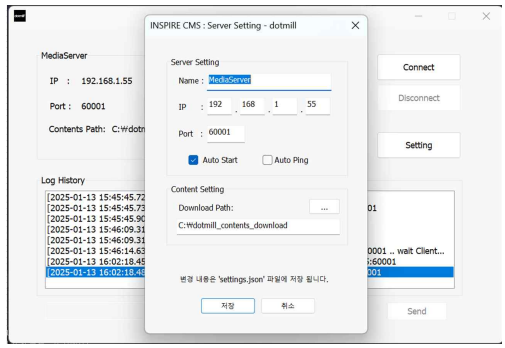


Figure 10. Server configuration using the media server agent program



Figure 11. Initialization of hardware (projector) using middleware

여주고 있다.

미디어 서버에서 실행 중인 'TouchDesigner'와 같은 클라이언트 소프트웨어에서는 미들웨어 API를 이용하여 원하는 하드웨어를 모니터링하고 제어할 수 있다.

Figure 12.는 클라이언트 소프트웨어에서 미들웨어 API를 이용하여 전송한 프로젝터의 전원 제어 메시지를 미들웨어에서 수신하는 과정을 보여주고 있다. 기존 방식에서는 미디어 서버가 각 하드웨어에 직접 명령어를 전송해야 했기 때문에 사용자는 하드웨어 모델별로 상이한 RAW 명령어에 맞추어 별도로 개발을 진행해야 했다. 그러나 미들웨어와 API를 도입함으로써 하드웨어별 RAW 명령어 처리는 모두 미들웨어에서 일괄적으로 처리하게 된다. 이에 따라 사용자는 하드웨어의 종류나 모델에 관계없이 표준화된 명령어와 파라미터로 미들웨어에 요청함으로써 손쉽게 하드웨어에 접근할 수 있게 되었다.

테마파크 현장에 설치된 하드웨어의 상태 정보는 웹 기반 플랫폼에서도 항상 최신 상태 를 유지할 수 있어야 한다. 미들웨어는 하드웨어의 상태가 변경되었을 경우 웹 기반 플랫폼의 백 엔드 마이크로서비스에 해당 정보를 메시지로 발행하여 프론트 엔드의 상태 인터페이스를 업데이트 시켜 최신 상태를 유지하게 해준다.

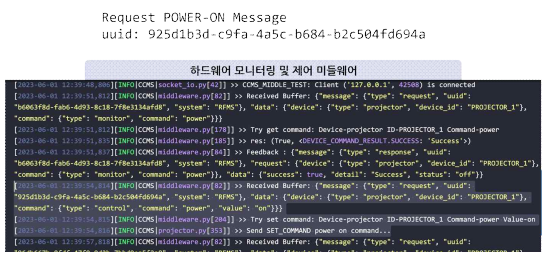


Figure 12. Power control of the projector requested through the middleware

Figure 13.은 프로젝터와 프로젝터 하우징에 대한 웹 기반 플랫폼의 프론트 엔드 페이지 화면이다. 이 페이지를 통하여 사용자는 원격에서도 하드웨어의 상태를 조회하고 제어가 가능하다.

5. 결론

본 논문은 실감형 테마파크와 전시 공간의 구축 및 운영 과정에서 발생하는 기술적 이슈를 해결하기 위하여 콘텐츠와 하드웨어를 통합적으로 원격 관리할 수 있는 시스템을 제안하고 구현하였다. 기존의 실감 콘텐츠 운영 소프트웨어가 하드웨어 모델이나 운영체제에 종속적이고 원격 관리 기능이 제한적이었던 한계를 극복하고자, 본 연구에서는 미들웨어 기반의 콘텐츠 및 하드웨어 원격 제어·모니터링 시스템을 개발하였다.

제안하는 시스템은 미들웨어를 중심으로 대용량 콘텐



Figure 13. GUI of the front-end page for projector and projector housing

츠 동기화, 표준화된 명령어 기반의 상태 모니터링 및 제어, 웹 기반 플랫폼과의 연동을 통해 운영 효율성과 관리 편의성을 향상시켰다. 이를 통해 실감형 테마파크 현장의 방문 없이도 실시간으로 콘텐츠와 하드웨어를 관리할 수 있어 인적·물적 자원 낭비를 최소화함으로써 경제적 손실을 절감할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

본 연구 결과를 바탕으로 앞으로는 다양한 실감형 테마파크 환경에서의 확장성과 안정성을 높이기 위하여 AI 기반의 예측 및 유지보수, 보안 강화 등 추가적인 연구와 고도화가 필요할 것으로 보인다. 이러한 노력이 더해진다면, 본 연구의 결과가 실감형 테마파크의 지속적인 성장 속에서 효율적이고 안정적인 운영을 위한 핵심 기술로 자리매김할 것이라 기대되는 바이다.

참고문헌(Reference)

[1] 소프트웨어정책연구소, “2023년 국외 디지털콘텐츠 시장조사”, 2024년 1월.

[2] 한국관광공사, “2024년 관광 트렌드 전망 및 분석 보고서”, 2023년 12월.

[3] “엔데믹 시대, 소비 엿보기-여가” 신한카드 빅데이터 연구소. https://www.shinhancard.com/pconts/html/benefit/trendis/MOBFM501/1219255_3818.html (accessed May 6, 2025).

[4] P. Tullin. “The Immersive Revolution: How immersive entertainment is driving the new experience economy” REMIX Summits. https://www.remixsummits.com/immersive-experiences (accessed May 10, 2025).

[5] R. Brigante & S. A. S. Elger, (2020). “2020 Immersive Entertainment Industry Annual Report.” Pseudonym Productions, May 2020.

[6] “(주)닷밀 웹사이트” dotmill, https://dot-mill.com (2025년 5월 6일 접속).

[7] “WATCHOUT 7” dataon, https://response.dataton.com/watchout-7 (accessed May 11, 2025).

[8] “Medialon Manager V7 Pro” Medialon, https://medialon.com/products/medialon-manager (accessed May 11, 2025).

[9] “Derivative” Derivative, https://derivative.ca (accessed May 11, 2025).

[10] “KaiCast” KaiCast , http://15.164.163.199/m-1.html (accessed May 11, 2025).

저 자 약 력

김 정 후 (Junghu Kim)



- 2014년 2월 숭실대학교 스포츠IT융합학 석사
- 2021년 2월 숭실대학교 스포츠IT융합학 박사
- 2021년 4월 ~ 현재 ㈜닷밀 기업부설연구소 선임연구원

e-mail : kimjunghu@dot-mill.com

관심분야 : 실감 콘텐츠, 인공지능, 컴퓨터비전, 스포츠과학

이 재 운 (Jaewoon Lee)



- 2010년 2월 숭실대학교 공학석사
- 2017년 2월 숭실대학교 공학박사
- 2020년 7월 ~ 현재 ㈜닷밀 기업부설연구소 연구소장

e-mail : jwlee@dot-mill.com

관심분야 : 디지털 테마파크, 몰입형 콘텐츠, 인터랙티브 콘텐츠, 미디어아트

https://doi.or.kr/10.23283/JKCT.2025.2.1.06
Journal of the Korea Convergence Technology, Vol 2, No, 1, pp.36-40, June. 6, 2025, ISSN 3058-3152

행동데이터를 활용한 인터랙티브 미디어아트 사용성 분석 연구

설연수*

A Study on Interactive Media Art Usability by Behavioral Data

Yeonsu Seol*

요 약

최근 미디어아트 전시는 관람객에게 시각적, 청각적 몰입감을 제공하고 상호작용 기능을 지원하여 사용자의 체험 요소를 강화하는 추세이다. 특히 Led 미디어월을 활용하거나 3차원 입체공간을 활용한 미디어아트 환경은 관람객이 더욱 전시환경에 몰입하고 상호작용할 수 있도록 지원한다. 이러한 인터랙티브 미디어아트는 엔터테인먼트적 기능뿐 아니라 산업적 파급효과가 커지고 있지만, 사용자 입장에서의 사용성에 관한 연구는 부족한 현실이다. 이에 본 연구는 인터랙티브 기능이 적용된 미디어아트 전시체험 사용자의 행동 데이터를 활용하여 사용성을 분석·평가하기 위한 체계를 설계하고 각 항목별 평가요소와 기준을 제시하였다. 최종적으로 미디어아트 전시체험 환경에서 사용자의 움직임과 상호작용 분석을 통해 사용성을 개선하는 방안을 제안하였다. 본 연구결과는 향후 미디어아트 전시체험 환경에서 콘텐츠 제작을 위한 가이드라인으로 활용할 수 있을 것이다. 또한 향후 연구에서 사용자 행동데이터 중심의 프로토타입을 개발하여 상호작용이 더욱 강화된 미디어아트 운영방식을 제안할 수 있을 것이다.

☞ **주제어** : 행동데이터, 인터랙티브, 미디어아트, 사용성

Abstract

Recent media art exhibitions provide visitors with a sense of visual and auditory immersion and support interaction functions to reinforce the experience element. In particular, the media art environment using the LED media wall or the three-dimensional space supports visitors to immerse themselves in and interact with the exhibition environment more. These interactive media art has an increasing industrial ripple effect as well as entertainment functions, but research on usability is insufficient. Therefore, this study designed a usability evaluation system using the behavioral data of media art exhibition experience users to which an interactive function was applied, and presented evaluation elements and criteria for each item. Finally, it was proposed to improve usability through user movement and interaction analysis in the media art exhibition experience environment. The results of this study can be used as a guideline for content production in a media art exhibition experience environment in the future. In addition, in future studies, by developing a prototype centered on user behavior data, it will be possible to propose media art contents with more enhanced interaction.

☞ **Keywords** : Behavioral data, Interactive, Mediaart, Usability

* 1저자: 광주과학기술원 한국문화기술연구소

* 교신저자: 광주과학기술원 한국문화기술연구소
· Corresponding Author: Yeonsu Seol, labboy299@gmail.com

Received May 3, 2025
Revised May 23, 2025
Accepted May 28, 2025
Published June 30, 2025

1. 서 론

본 연구의 목적은 사용자의 동작, 상호작용이 강화된 인터랙티브 미디어아트 전시체험 환경의 평가요소를 도출하고 이를 바탕으로 미디어아트 전시 사용성평가 모델을 제안하는 것이다. 본 연구에서 제시하는 평가체계는 미디어아트를 체험하는 사용자의 인지적 요소와 물리적 공간에서의 행동을 통해 나타나는 객관적 요소의 상관관계 및 영향요인을 분석하는 모델이다. 사용성평가 모델 연구를 위해 4면의 프로젝션 맵핑으로 조합된 CAVE형 미디어아트 체험환경을 구성하고 사용자의 행동 데이터와 설문 답변을 종합하여 사용성을 평가하는 방식을 구상하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 미디어아트 전시체험 환경 사용성평가와 관련한 이론적 배경과 근거, 유사분야 평가체계 및 요소를 분석한다. 3장에서는 CAVE형 미디어아트 사용성평가 환경을 구성하고 세부적인 평가항목, 평가요소에 대해 다루었다. 평가환경은 정방형 실내공간의 정면, 좌우면, 바닥면 등 총 4면을 콘텐츠 체험 화면으로 구성하였다. 이어 행동인식 기술과 사용자 설문을 통해 사용성평가를 도출하는 체계에 대해 설명하였다. 마지막으로 4장에서 결론 및 향후 연구방향에 대해 정리하였다.

2. 이론적 배경 및 근거

2.1 사용성 분석 연구

사용성(Usability)의 정의는 연구자 및 연구분야에 따라 다양하게 해석된다. J.Nielsen은 사용성을 개념을 초창기 제시하였으며, 사용자 인터페이스가 사용하기 쉬운 정도로 정의하며[1], D.J.Mayhew는 사용성을 여러개념이 통합으로 구성된 복합적인 것으로 설명하고, 측정가능한 모든 사용자 인터페이스 특성이라고 정의하였다[2]. 좁은 의미의 사용성은 과업을 수행하기 위한 과정이 얼마나 효율적인지를 의미하며, 넓은 의미의 사용성은 시스템을 사용하는 모든 과정과 환경의 요소를 포함하는 개념으로 설명하여 사용자가 특정 사회적·물리적 환경에서 특정 과업을 수행할 때 느끼는 만족도, 편리함과 기능의 효과성, 효율성 등을 의미한다. 국제표준기구(ISO)의 소프트웨어 품질평가 기준 ISO 9241-11에 따르면, 사용성을 “어떤 제품이 특정 사용자들에 의해 특정 목적을 달성하기 위해, 특정 사용 맥락에서 효과성, 효율성, 만족도 측면에서 사용될 수 있는 정도”라고 정의한다.

본 연구에서는 인터랙티브 미디어아트 사용성 분석을 위해 유사분야인 가상환경 콘텐츠의 사용성 분석 연구를 살펴보았다. 최근 VR, AR을 포함한 가상환경 콘텐츠와 실감미디어 체험환경이 각광받으면서, 콘텐츠 분야 사용성 분석에 대한 필요성과 중요성도 동시에 확대되고 있다. 가상환경에 기반한 콘텐츠는 고정된 화면을 제공하는 영상콘텐츠와 다르게 헤드셋 장비나 다면 스크린을 통해 사용자에게 영상이미지를 제공한다. 또한 사용자의 움직임이나 제스처와 상호작용하여 영상이미지가 구현됨에 따라 사용자에 따라 어지러움, 불편함을 느끼기도 한다. 이에 사용자의 제스처, 머리 회전, 위치이동에 따른 불편함, 안정성 등에 대한 평가가 주로 이루어졌다.

표 1. 가상환경 콘텐츠 평가 연구내용
Table 1. Research Contents on Virtual Environment Content Evaluation

연구자	평가요소 및 방법
Norouzi [3]	콘텐츠 사용자의 머리회전 및 FoV(Field of View)의 변화에 따른 불편함 발생에 대해 연구
Porcino [4]	콘텐츠 이용시 사용자가 불편함을 느끼게 만드는 화면의 요소, 콘텐츠 내의 요소에 대해 연구
WeiBker [5]	콘텐츠 내에서 사용자가 자신의 위치를 변경할 때 사용되는 이동방법과 각각의 방법에 따라 사용자가 느끼는 불편함의 관계 연구
송 은 지, 정아름 [6]	안구의 운동에 따라 사용자가 느끼는 불편함에 대해 실험 수행, 불편함을 일으키는 콘텐츠 내 물체의 이동속도 예측방법과 이를 방지하기 위한 기준을 제시
허 정 우 외 [7]	HMD를 착용하여 가상현실 콘텐츠를 체험할 때 사용자의 시각적 멀미 정도를 예측하는 측정모델 분석
송 지 성, 이민지 [8]	VR기반 온라인 전시관의 사용성, 접근성, 검색성, 실재감, 몰입감, 상호작용, 정보성 등 7가지 평가항목 분석
정철, 이수상 [9]	AR기반 온라인기록전시 플랫폼의 사용성 평가, 유용성, 접근성, 사용용이성, 검색성, 매력성, 가치성, 6개 평가항목 분석

표1과 같이, 연구자에 따라 디바이스, 콘텐츠 구성요소, 사용자경험(UX) 디자인 요소 등에 대해 다루고 있다.

2.2 행동인식 및 데이터 처리 기술

행동인식 기술은 카메라나 센서를 통해 수집된 신체 동작에 대한 데이터를 활용하여 사람의 행동을 인식하고 분석하여 사용자의 상황에 맞는 서비스를 제공하는 기술이다. 행동인식 기술은 분석을 위한 데이터 종류에 따라 영상분석 기반 행동인식 기술, 센서기반 행동인식 기술로 구분할 수 있다. 영상분석 기반 기술은 RGB카메라 및 적외선 카메라의 Depth센서를 이용해 수집된 영상을 분석하여 사람의 행동을 인식한다. 센서기반 기술은 사람에게 단일 또는 복수의 센서를 부착하여 위치, 속도값을 측정하고 3차원 공간에서 구현된 데이터를 통해 행동을 분석한다. 행동인식 기술은 표2와 같이, 인터랙티브 미디어아트 체험환경에 적용하여 사용자의 이동, 동작패턴, 특성을 모델링하여 데이터셋으로 구성할 수 있다.

표 2. 행동인식 및 데이터처리 기술 범위
Table 2. Scope of Behavior Recognition and Data Processing Technology

기술명	기술범위 및 내용
다종센서 융합 데이터 및 비전처리/분석 기술	다종 센서데이터, 이미지 데이터를 활용한 사용자 행동데이터를 CNN(합성곱신경망) 기반으로 학습하고 사용자 특성별 행동분류 및 편차분석, 일반화 검증 처리
데이터 융합 및 전처리 기술	사용자 행동데이터, 위치데이터, 센서인식, 공간데이터를 통합하고 전처리하는 기술
사용자 데이터 통합관리 기술	사용자 행동데이터, 위치데이터, 로그데이터 및 공간정보를 포함하여 데이터 수집하고 통합, 실시간 모니터링 및 시각화하는 통합관리 기술

3. 평가환경 구성 및 평가모델 제안

사용성평가를 위해로 제시하는 인터랙티브 미디어아트 체험환경은 그림 1과 같이 정방형 실내공간에 정면, 좌우면, 바닥면 등 총 4면을 프로젝션 맵핑 영상으로 구현하고자 한다. 또한 정면에서 사용자를 관측하는 카메라 및 센서를 설치하고 콘텐츠 체험과 연동하여 행동데이터를 확보할 수 있도록 계획했다. 사용자 입장에서 CAVE형태로 제공되는 체험공간은 사용자의 광범위한 이동과 동작을 데이터로 확보할 수 있으며, 공간의 규모에 따라 사용자의 이동 범위는 더욱 커질 수 있다. 물리적 공간의 사용자 이동 및 움직임, 속도 및 방향 등 데이터는 사용성을 분석하기 위한 평가항목으로 활용할 수 있다.

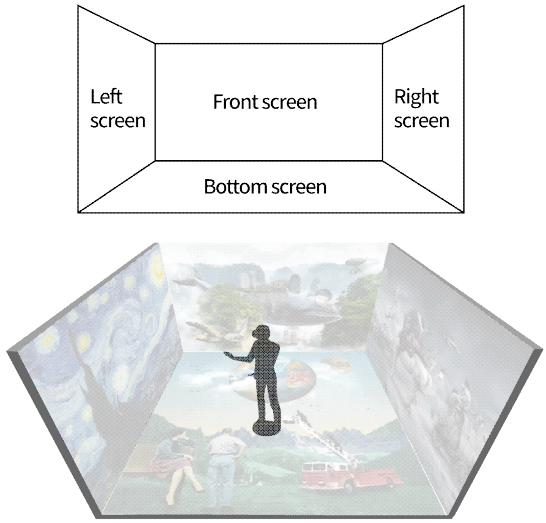


그림 1. 미디어아트 전시체험 평가환경 구성
Figure 1. Configuration of Evaluation Environment for Media Art Exhibition Experience

인터랙티브 미디어아트 사용성평가를 위한 평가항목은 표 3과 같이 사용자의 행동인식 데이터와 주관적 인식 데이터 두가지를 활용한다. 먼저 사용자의 행동인식에 대한 평가항목은 가상환경에서 이동기술을 연구한 선행연구의 요소를 참조하여 재구성하였다[10]. 첫째 유효성(effectiveness)은 사용자가 체험공간에서 움직일때의 정확성과 거리에 대한 것이다. 둘째 효율성(efficiency)은 사용자가 체험공간에서 움직일때의 시간과 속도에 대한 것이다. 셋째 임무(task)는 체험공간에서 사용자에게 주어지는 미션 및 게임요소에 대한 것이다. 넷째 상호작용(interaction)은 체험공간에서 사용자가 인터페이스나 진행상황에 따라 상호작용하는 요소를 말한다.

표 3. 미디어아트 행동인식 평가항목
Table 3. Evaluation Items for Behavior Recognition in Media Art

행동인식 평가요소	
유효성 (effectiveness)	사용자 움직임의 정확도, 거리
효율성 (efficiency)	사용자 움직임의 시간, 속도
임무(task)	사용자에게 주어지는 미션 및 게임요소
상호작용 (interaction)	인터페이스 및 진행상황과의 상호작용

표 4. 미디어아트 주관적 인식 평가항목
Table 4. Evaluation Items for Subjective Perception in Media Art

주관적 인식 평가 요소	
동기화 (synchronization)	사용자 움직임과 인터페이스 동기화
물리적 공간 (physical space)	물리적 공간의 제약조건
몰입감 (immersion)	체험환경 속에 빠져드는 몰입감
감정적 안정감 (mental comfort)	신체적 불편함 방지 및 편안함
사용자 인터페이스 (user interface)	사용자 편의성을 제공하는 설계와 디자인

다음 사용자의 가상환경에 대한 주관적 인식 평가항목은 선행연구를 참조하여 표 4와 같이 새롭게 구성하였다[11]. 첫째 동기화(synchronization)는 사용자의 움직임과 시스템 인터페이스 간 지연없는 동기화에 대한 것이다. 둘째 물리적 공간(physical space)은 사용자가 콘텐츠를 체험하는데 물리적 공간의 제약조건에 대한 것이다. 셋째 몰입감(immersion)은 사용자가 체험환경속에 빠져드는 몰입감이다. 넷째 감정적 안정감(mental comfort)은 신체적 불편감을 방지하고 감정적 편안함을 제공하는 것이다. 다섯 번째 사용자 인터페이스(user interface)는 직관적 설계와 디자인으로 사용자에게 편의성을 제공하는 것이다.

사용성평가를 위한 인터랙티브 미디어아트 체험환경은 미션해결 및 게임 방식의 콘텐츠로 구성한다. 사용자는 콘텐츠 진행 시나리오에 따라 앞뒤, 좌우 이동을 하거나 콘텐츠 화면을 터치하거나 팔을 뻗는 등 다양한 신체활동을 하게 된다. 이러한 신체활동은 체험공간에 마련된 카메라 및 센서를 통해 수집하여 데이터화된다. 수집된 데이터는 시간축을 기반으로 사용자의 이동, 속도, 동작 변화 등을 3차원 형태로 변화하여 각 사용자의 특징을 도출하거나 비교하는 방식으로 활용 가능하다. 이어 콘텐츠 체험 이후 사용자에 대한 설문조사를 통해 체험환경에 대한 주관적 인식, 인지적 요소를 분석한다.

인터랙티브 미디어아트 전시체험 사용성평가 모델은 행동 데이터와 설문 데이터를 취합하여 구성한다. 콘텐츠 진행에 따른 각 씬별 데이터 분석, 다수 사용자 데이터 분석, 행동데이터와 설문데이터의 상관관계 분석을 통해 경향성과 특징점을 도출할 수 있다. 이러한 사용성평가 상관분석을 통해 인터랙티브 미디어아트 사용성을 개선하기 위한 프로토타입 및 운영 프로세스를 다음과 같이 정립할 수 있다.

첫째, 인터랙티브 미디어아트 전시체험 사용자의 특성에 따른 패턴 및 경향성을 도출한다. 관람객의 성별, 신체규격, 연령 등 사용자 데이터를 종합분석하고 사용자의 인터랙션 task 및 게임요소 수행결과를 분석하여 사용성 분석 리포트를 발행하고 사용자별 데이터를 시각화할 수 있다.

둘째, 인터랙티브 미디어아트 전시체험 공간의 사용자 행동데이터를 분석하여 인터랙션 기능을 개선한다. 관람객의 이동 속도, 위치, 자세, 방향성 등 데이터와 미디어아트 인터랙션 기능 상호작용 분석을 통해 정합도와 완성도를 개선하기 위한 도구로 활용한다.

셋째, 대규모 전시체험시설(몰입형 미디어아트)의 군중 데이터 확보, 사용자 패턴분석을 통한 전시동선 및 유도사인 개선 등에 활용할 수 있다. 또한 인공지능 기술을 활용한 사용자 맞춤형 콘텐츠 제작 및 인터랙션 기능 생성, 재구축 등 전시체험 관람환경을 다양화할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구

본 연구는 인터랙티브 미디어아트 체험환경에서 사용자 행동인식 기술과 주관적 인식에 대한 접근을 통해 사용

성평가 요소를 도출했다. 이어 유사분야인 가상환경 콘텐츠의 선행연구의 평가항목을 참조하여 미디어아트 전시환경에 적합한 새로운 평가모델을 구성하였다. 이는 정량적인 행동데이터와 사용자 인식에 따른 주관적 설문데이터를 취합하여 새로운 평가체계를 제안한 연구라 할 수 있다. 향후 실제 평가모델을 적용한 실험연구를 진행하고 평가데이터를 시각화하여 분석한다면 더욱 유용한 연구가 될 것이다. 또한 이러한 사용성평가 모델은 인터랙티브 미디어아트 콘텐츠 제작 검수단계 뿐 아니라 기획단계에서 참고할 제작 가이드라인으로 활용될 것으로 예상된다.

참고문헌(Reference)

[1] J. Nielsen, Usability 101: Introduction to Usability(2012), https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/ (accessed April 25, 2023).

[2] D.J. Mayhew, The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design, Morgan Kaufmann Publishers lns., San Francisco, 1999.

[3] N. Norouzi,G. Bruder & G. Welch. (2018). Assessing vignetting as a means to reduce VR sickness during amplified head rotations. In Proceedings of the 15th ACM Symposium on Applied Perception 19.

[4] T. M. Porcino, E. Clua, D. Trevisan, C. N. Vasconcelos & L. Valente. (2017). Minimizing cyber sickness in head mounted display systems: design guidelines and applications. In 2017 IEEE 5th international conference on serious games and applications for health (SeGAH) (pp. 1-6). IEEE.

[5] T. Weißker, A. Kunert, B. Fröhlich & A. Kulik. (2018). Spatial updating and simulator sickness during steering and jumping in immersive virtual environments. In 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3d User Interfaces (VR). 97-104.

[6] 송은지, 정아름. (2017). 가상현실 사이버멀미 완화에 관한 연구, 한국디지털콘텐츠학회, 제18권 3호 pp.429-434

[7] 허정우, 권민철, 김도영. (2019)., 가상현실 콘텐츠 영상 기반의 시각적 멀미도 측정 모델, 2019 한국통신학회 동계종합학술대회논문집, pp.1161-1162

[8] 송지성·이민지. (2022) VR기술을 접목한 온라인 전시의 사용성 평가에 관한 연구, 한국디자인문화학회, 제28권 1호, pp 214-223

[9] 정철·이수상, AR 기반 온라인 기록전시 플랫폼의 사용성 평가에 관한 연구, 한국도서관정보학회지, 제53권 1호, pp 125-148

[10] 딩슈후이 외(2019), VR공간에서의 이동기술 평가를 위한 사용성평가 모델, 한국dbd합학회논문지 제10권 제9호, pp 1-9

[11] R. Murtza(2017). Heuristic Evaluation for Virtual Reality System, Journal of the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2017 Annual Meeting, 61(1), pp 2067-2071.

저 자 약 력

설연수 (Yeonsu Seol)



・2007년 2월 전남대학교 신문방송학과 학사
・2012년 1월 전남대학교 문화전문대학원 석사
・2019년 2월 전남대학교 대학원 신문방송학과 박사수료

e-mail : labboy299@gmail.com
관심분야 : 가상현실, 뉴미디어 효과, 메타버스

논문지 투고 안내

▣ 논문지 발간

본 논문지는 년 2회(6월 30일, 12월 31일)에 발간한다.

▣ 분 야

다양한 분야(미디어, 아트앤테크, 콘텐츠, ICT, 인공지능, 융합교육 및 그 응용분야)에 관련된 정책, 작품, 비평, 연구논문

▣ 투고요령 : 홈페이지 논문투고 규정 참조

▣ 제출자격 : 한국미디어아트산업협회 회원을 원칙으로 함

▣ 제출기한 : 협회 홈페이지(www.artntech.or.kr) 수시 접수

▣ 심사료 및 게재료

	일반	**긴급**
심사료	60,000원	
게재료	기본 6쪽 150,000원 (1쪽 추가당 3만원)	기본 6쪽 200,000원 (1쪽 추가당 6만원)
지원기관 표기	200,000원	

▣ 납부 계좌

국민은행(법인) 917701-01-203390
예금주 : 사단법인 한국미디어아트산업협회

논문지 투고 규정

1. 논문은 미디어아트, 콘텐츠, ICT 및 그 응용기술분야에 관련되는 것으로서, 학술 및 융합산업 발전에 기여하는 내용이거나 독창성이 인정되는 것이어야 한다.

2. 논문 투고자 및 공동저자는 반드시 본회 회원이어야 하며, 당해 연도 연회비와 심사, 게재료를 모두 납부하여야 게재할 수 있다.

3. 논문지 편집위원회는 저자에게 투고 논문의 수정을 요구할 수 있다. 수정 요구 후 1개월이 지나도록 저자로부터 회신이 없으면 게재불가로 처리한다.

4. 원고는 본 논문지에 투고하기 전에 공개 출판물에 발표하지 않았던 것을 원칙으로 하며, 게재 논문의 내용에 대한 최종 책임은 저자가 진다.

5. 논문 접수는 수시로 하며, 접수 일은 논문이 본 협회에 도착한 날로 한다.

6. 심사용 논문은 협회에서 규정하는 워드프로세서 프로그램 및 버전을 사용하고, 편집용지는 폭(190.0mm), 길이(260.0mm)로, 여백은 위(17.5)/머리말(10)/ 아래(17.5)/ 꼬리말(0)/왼쪽(20)/ 오른쪽(20)으로 각각 설정한다.

7. 투고논문 1쪽에는 제공되는 양식에 맞추어 논문제목(영문포함), 저자명(영문 포함), 교신저자 정보, 소속기관, 과제 지원문구(사사), E-mail 주소만을 기입한다. 필요시 줄간격을 자유롭게 조정하여 편집할 수 있다.

8. 논문 2쪽에는 서론, 본문, 참고문헌 순으로 작성한다.

(1) 본문은 2단(단 간격 5.009mm)으로 하며, 줄 간격 160%, 들여쓰기 10으로 하고 글꼴은 함초롬바탕, 10포인터로 작성하고, 장, 절은 맑은고딕으로 작성한다. 장평 100%, 양쪽혼합정렬로 한다. 단 영문 논문일 경우 모두 “Time new roman” 폰트로 작성한다.
(2) 장과 절, 절과 본문, 그림과 본문, 표와 본문 사이는 한 줄의 공간을 비워야 한다.
(3) 편집위원회가 심사 및 게재예정인 논문의 높은 가독성을 보장하기 위해 논문에 포함된 그림과 표에 한하여 1단 편집할 수 있다.

9. 참고문헌 표기는 IEEE 스타일로 작성하며, 참고문헌은 반드시 영문으로 표기한다. 표기방법은 논문 내용에 직접 관련 있는 문헌에 대해서는 각주를 사용하지 않고, 본문내용 중 관련 있는 부분에 참고문헌 번호를 표기함으로써 인용하고 그 문헌을 참고문헌에 인용 순서대로 기

술한다. 참고문헌 작성 양식은 학술지는 저자, 제목, 학술지명, 권, 호, 쪽수, 발행 연도 순으로, 단행본은 저자, 도서명, 발행처, 쪽수, 발행 연도 순으로 기술한다. 참고문헌 종류별 표기 방법의 예는 다음과 같다:

(1) Journal Article
Y. Lu, L. Zhang and W. Xie, "YOLO-compact: An Efficient YOLO Network for Single Category Real-time Object Detection," 2020 Chinese Control And Decision Conference (CCDC), Hefei, China, 2020, pp. 1931-1936, doi: 10.1109/CCDC49329.2020.9164580.

(2) Book
H. K. Hartline, A. B. Smith, and F. Ratlliff, "Inhibitory interaction in the retina", In Handbook of Sensory Physiology, Springer-Verlag, pp. 381-390, 1972.

(3) Conference Proceedings
Y. Yamamoto, S. Machida, and K. Igeta, "Micro-cavity semiconductors with enhanced spontaneous emission", Proc. 16th European Conf. on Opt. Commun., Amsterdam, The Netherlands, pp. 3-13, Sept. 1990.

(5) Web URL
INRIA Person Dataset: http://pascal.inrialpes.fr/data/human/. [accessed: Nov. 04, 2015]

10. 그림 제목은 그림 하단에 가운데 정렬하도록, 표 제목은 표 상단에 왼쪽 정렬하도록 캡션 기능을 사용해 표기하되, 모두 영문으로 작성하며, 맑은고딕, 크기 9포인트, 줄 간격 130%로 설정하여 표기한다.

11. 참고문헌 뒤에 모든 저자 약력을 연도, 현재 소속 단체와 직위를 포함하여 7줄 이내로 표기한 후 고해상도 스캔된 저자 사진을 25mm X 30mm의 크기로 삽입한다.

12. 채택된 논문 중 특별한 사정으로 긴급 게재가 필요한 경우에는 논문지 편집위원회의 승인을 얻어 게재할 수 있다. 단, 저자는 긴급 게재에 따른 경비를 편집위원회에서 정한 규정에 의해 추가로 부담해야 한다.

13. 투고자는 논문 1편당 심사료 60,000원을 논문제출시 납부하여야 하며, 채택된 논문에 대한 별도 게재료는 2024년까지 무료로 게재한다. 단, 지원기관의 사사가 표기된 경우 20만원을 납부한다.

14. 논문 게재 및 저작권은 다음과 같다. 최종 심사를 완료한 논문은 본 협회 논문지에 반드시 게재해야 하며, 논문지에 게재된 논문에 대한 저작권은 저자가 논문투고 시 제출한 지적소유권위임서에 따라 본 협회에 있으며 게재된 논문은 협회의 승인 없이 무단 복제할 수 없다.

15. 본 논문지에 투고되는 논문은 반드시 연구윤리동의서 및 지적소유권위임서, 저자 점검표를 제출하되, 본 협회 연구출판윤리규정을 준수하여야 하며, 기술되지 않은 사항에 대하여서는 출판 윤리 규정의 국제 표준(https://publicationethics.org/node/11184)을 따른다.

16. 연구 부정행위 논문이 발생한 경우 논문 편집 위원회에서 먼저 검토하고, 연구윤리위원회에서 COPE의 흐름도(http://publicationethics.org/resources/flowcharts)에 기반하여 사후처리한다.

17. 논문에 저자로서 표기된 자는 다음의 저자됨 기준에 대한 모든 항목을 반드시 만족해야 하며, 이들 중 하나라도 만족하지 못한 경우 기여자로 표기되어야 한다. 또한, 저자는 어떠한 공동저자가 연구의 어떠한 부분에 대해 책임이 있는지를 식별할 수 있어야 하고, 공동저자의 연구기여 진실성에 대해 확신을 가져야 한다.

1) 연구의 구상이나 설계에 실질적인 기여를 하거나 연구를 위한 데이터 획득 혹은 분석, 해석에 실질적인 기여를 하였다.
2) 연구논문의 초안을 작성하거나 중요한 학술적 내용에 대한 비평적 수정을 하였다.
3) 논문 게재본에 대한 최종 승인을 하였다.
4) 연구의 모든 부분에 대한 정확성 혹은 진실성과 관련된 질의를 타당하게 조사하고 해결하는 것을 보장함에 있어 연구의 모든 부분에 대해 책임진다는 것에 동의하였다.

18. 논문의 표절 방지를 위해 투고 전에 KCI 홈페이지(www.kci.go.kr)의 표절 검사시스템을 통해 해당논문에 대한 유사도 검사를 미리 수행하고 그해야 한다.

19. 편집위원장은 본 협회 논문 심사위원풀에서 논문 1편당 3인의 심사위원을 선정하여 심사를 요청한다. 이때 편집위원장은 해당 논문의 제출분야와 관련된 편집위원에게 해당분야의 전문분야 심사위원을 의뢰한다.

20. 본 논문지의 출판규정은 논문지 형식에 맞추어 PDF파일로 출판한다.

21. 원고는 본 협회 홈페이지의 논문 투고 시스템에 투고하며, 투고에 대한 문의는 본 협회 논문지 담당자에게(paper@kmaia.or.kr)에게 문의한다.

부칙

1. 본 규정은 2024년 1월 1일부터 효력을 발생한다.

연구출판윤리 규정

제1조(목적) 본 규정은 한국미디어아트산업협회(이하 “협회”라 함) 회원들의 연구윤리를 확보하는데 필요한 의무와 책임에 관하여 기본적인 원칙과 방향을 제시함을 목적으로 한다.

제2조(적용대상) 본 규정은 본 협회에서 발간되는 논문지에 게재(예정)된 논문에 대하여 적용한다.

제3조(저자자격)

① 논문의 저자는 연구를 계획하며 수행하고 결과를 분석하여 논문을 완성하는데 기여한 자를 말한다.

② 교신저자는 논문 투고의 전 과정을 책임지는 저자를 말하며, 공동저자 포함 여부, 논문 투고, 논문 수정 등에 있어 모든 공동저자들에게 동의를 얻어야 한다.

제4조(연구부정행위의 범위) 본 규정에서 제시하는 연구부정행위라 함은 논문지, 학술지, 협회와 연관된 연구개발의 수행 등에서 행하여진 위조, 변조, 표절, 중복게재, 부당한 저자 표시행위 등을 말하며 다음의 각 호와 같다.

① “위조”는 존재하지 않는 데이터 또는 연구결과 등을 허위로 만들어 내는 행위를 말한다.

② “변조”는 연구 재료·장비·과정 등을 인위적으로 조작하거나 데이터를 임의로 변형·삭제함으로써 논문 내용 또는 결과를 왜곡하는 행위를 말한다.

③ “표절”이라 함은 타인의 아이디어, 연구내용, 결과 등을 정당한 인용 없이 사용하는 행위를 말한다.

④ “중복게재”라 함은 연구자 자신의 이전 연구결과와 동일 또는 실질적으로 유사한 학술적 저작물을 처음 게재한 학술지 편집자나 저작물 저작권자의 허락 없이 또는 적절한 출처표시 없이 다른 학술지나 저작물에 상용하는 학문적 게재 행위를 말한다.

⑤ “부당한 논문저자 표시”라 함은 연구 내용 또는 결과에 대하여 논문, 저술, 보고서 등에 과학적이거나 기술적인 기여를 한 자에게 저자 자격을 부여하지 않거나, 이러한 기여를 하지 않은 자에게 저자 자격을 부여하는 행위를 말한다.

⑥ “자기표절”이라 함은 이미 다른 학술지에 본인이 게재한 같은 언어로 된, 저작권을 명시한 논문(Copyrighted 논문)의 상당부분을 있는 그대로 혹은 약간의 변형만을 가하여 명백한 인용이나 참조 없이 재사용하는 행위를 말한다.

⑦ 문화예술 및 과학기술계에서 통상적으로 용인되는 범위를 심각하게 벗어난 행위 등을 말한다.

제5조(제보자의 권리 보호)

① 제보자는 부정행위를 인지한 사실 또는 관련 증거를 협회에 알린 자를 말한다.

② 제보자는 구술.서면.전화.전자우편 등 가능한 모든 방법으로 제보할 수 있으며 실명으로 제보함을 원칙으로 한다. 단, 익명의 제보라 하더라도 서면 또는 전자우편으로 연구과제명 또는 논문명 등 구체적인 부정행위의 내용과 증거를 포함하여 제보한 경우에는 이를 실명 제보에 준하여 처리한다.

③ 협회는 제보자의 신원에 관한 사항이 공개 않도록 제보자의 신상정보를 보호하여야 한다. 제보자가 부정행위 신고를 이유로 징계 등 신분상 불이익, 근무조건상의 차별, 부당한 압력 또는 위해 등을 받지 않도록 보호해야 할 의무를 지닌다.

④ 제보자가 부정행위의 신고 이후에 진행되는 조사 절차 및 일정 등에 대하여 알고자 할 경우에 협회는 이에 성실히 응하여야 한다.

⑤ 제보 내용이 허위인 줄 알았거나 알 수 있었음에도 불구하고 이를 신고한 제보자는 보호대상에 포함되지 않는다.

제6조(피조사자의 권리 보호)

① 피조사자는 제보 또는 협회의 인지에 의하여 부정행위의 조사 대상이 된 자 또는 조사수행 과정에서 부정행위에 가담한 것으로 추정되어 조사의 대상이 된 자를 말하며, 조사과정에서의 참고인이나 증인은 이에 포함되지 아니한다.

② 부정행위에 대한 의혹은 판정 결과가 확정되기 전까지 외부에 공개되어서는 아니 된다.

③ 피조사자는 부정행위 조사.처리절차 및 처리일정 등에 대해 협회에 요청할 수 있으며, 협회는 이에 성실히 응하여야 한다.

제7조(진실성 검증 시효) 제보의 접수일로부터 만 5년 이전의 행위에 대해서는 접수하였더라도 처리하지 않는다. 단 5년 이전의 부정행위하 하더라도 그 결과를 재인용한 경우에는 예외조항으로 한다.

제8조(진실성 검증 원칙)

① 부정행위의 사실 여부를 입증할 책임은 협회와 연구윤리위원회에 있다. 단, 피조사자가 연구윤리위원회에서 요구하는 자료를 고의로 훼손하였거나 제출을 거부하는 경우에는 요구자료에 포함되어 있다고 인정되는 내용의 사실여부를 입증할 책임은 피조사자에게 있다.

② 연구윤리위원회는 제보자와 피조사자에게 의견진술, 이의제기 및 변론의 권리와 기회를 동등하게 보장하여야 하며 관련 절차를 사전에 알려주어야 한다.

③ 협회 회장단과 이사진은 연구윤리위원회가 부당한 압력이나 간섭을 받지 않고 독립성과 공정성을 유지할 수 있도록 노력하여야 한다.

제9조(진실성 검증절차)

① 연구부정행위의 조사는 접수일로부터 10일 이내에 수행되어야 한다.

② 모든 조사 일정은 접수일로부터 6개월 이내에 종료되어야 한다.

③ 조사 착수 후 1년 이내에 이에 대한 판정 및 조치가 이루어져야 한다.

④ 연구부정행위라는 판정결과를 받은 자는 이로부터 1개월 이내에 재심을 요구하여야 하며, 이의 신청을 받은 날로부터 1개월 이내에 윤리위원회는 재심결과를 도출하여 해당 재심신청자에게 통보하여야 한다.

제10조(윤리위원회의 구성 및 권한)

① 윤리위원회의 위원은 위원장을 포함하여 5인 이상으로 구성함을 원칙으로 하며, 위원장은 협회장이 지명한다. 단, 논문지, 학회지 편집장은 당연직으로 한다.

② 당연직 위원을 제외한 나머지 위원은 위원장이 추천하고 협회장이 위촉한다.

③ 위원이 피조사자가 되었을 때는 관련자를 제외하고 구성한다.

④ 연구윤리위원회는 조사과정에서 제보자.피조사자.증인 및 참고인에 대하여 진술을 위한 출석을 요구할 수 있으며 이 경우 피조사자는 반드시 응하여야 한다.

⑤ 부정행위의 판정은 윤리위원 과반수의 의결로 이루어진다.

제11조(연구부정행위 조사결과 보고) 연구윤리위원회는 연구부정행위를 조사하고 그 결과를 조사종료 후 10일 이내에 회장에게 보고하여야 한다, 결과보고서에는 다음 각항이 반드시 포함되어야 한다.

① 제보의 내용

② 조사의 대상이 된 부정행위

③ 조사위원회의 조사위원 명단

④ 본조사 실시 여부 및 판단의 근거

⑤ 해당 연구에서의 피조사자의 역할과 부정행위의 사실 여부

⑥ 관련 증거 및 증인

제12조(조사결과 보고에 대한 후속조치)

① 연구부정행위를 하여 본 협회의 명예를 손상시킨 자에 대해서는 그 정도에 따라 최고 3년까지 본 협회의 활동을 중지시킨다.

② 연구부정행위에 대한 판정자료는 3년 이상 본 협회에서 보존하여야 한다.

제13조(심사의 객관성) 논문 심사위원 선정 시 투고자와 동일기관 소속의 심사위원은 선정하지 않는다.

제14조(기타) 이 규정에서 정하지 않은 사항은 협회의 관련 내규를 따르거나 협회이사회에서 논의하여 결정한다.

부 칙

① 이 규정은 2024년 1월 1일부터 시행한다.

논문지 편집위원 명단

▣ **편집 위원장**	유길상(고려대학교)
▣ **편집 부위원장**	이정범(한양여자대학교)

▣ 편집 위원

▷ 미디어예술융합분과

전지윤(위원장) ····· 서울미디어대학원대학교
조인범 ····· 한라대학교
성정환 ····· 숭실대학교
김동조 ····· 순천대학교
심규하 ····· 한국예술종합대학교

▷ AI미디어융합분과

남현우(위원장) ····· 서경대학교
심한뫼 ····· 명지전문대학
류승택 ····· 한신대학교
고창선 ····· 계원예술대학교
김명관 ····· 배재대학교

▷ ICT미디어공학분과

오석희(위원장) ····· 한신대학교
서상현 ····· 중앙대학교
이상원 ····· 상명대학교
천양하 ····· 용인대학교
김태국 ····· 부경대학교

▷ 디자인융합분과

홍은정(위원장) ····· 동양미래대학교
이종호 ····· 삼성디자인교육원
임병우 ····· 신안대학교
이정민 ····· 광주대학교
이동엽 ····· 공주대학교

Journal of the Korea Convergence Technology

제2권 제1호, 2025, ISSN 3058-3152 (Electronic)

2025년 6월 30일 인쇄 / 2025년 6월 30일 발행

발행인 : 홍 성 대

편집인 : 유 길 상 / 이 정 범

발행처 : 사단법인 한국미디어아트산업협회

서울시 서초구 신반포로45길 9-4 더원빌딩 4층

전화 : 02-940-7135

e-mail : korea.media.art.tech@gmail.com

인쇄처 : 온라인 발행, https://www.artntech.or.kr/

KMAIA

한국미디어아트산업협회